



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas**  
**“AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos, Lima - 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Ochoa Rojas, Frank Nicolás ([ORCID: 0000-0002-7685-2176](https://orcid.org/0000-0002-7685-2176))

**ASESOR:**

Dr. Ing. Tello Malpartida, Omart Demetrio ([ORCID: 0000-0002-5043-6510](https://orcid.org/0000-0002-5043-6510))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, hermano y a mi hijo, con esto demostrar que todo en la vida es posible, a su vez a mi familia en general que están a mi lado incondicionalmente, apoyándome moralmente en buenos y malos momentos, siempre aconsejando para cumplir mis objetivos.

### **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento de este proyecto va dirigido principalmente a Dios, por su bendición, por darme la salud, la sabiduría para poder afrontar este reto, por darme una maravillosa familia que siempre están apoyándome ante cualquier eventualidad, agradecer también al Mg. Ing. Omart Tello Malpartida que gracias a sus conocimientos pude concluir airoso. A todos ellos estaré agradecido eternamente.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.5. Procedimientos	24
3.6. Métodos de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN	91
VI. CONCLUSIONES	93
VII. RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS	102



## Índice de tablas

Tabla 1. Estimación de vulnerabilidad	10
Tabla 2. Factores de zona	13
Tabla 3. Valores de riesgo sísmico	14
Tabla 4. Fichas técnicas y encuesta	23
Tabla 5. Recursos	28
Tabla 6. Presupuesto	29
Tabla 7. Financiamiento	30
Tabla 8. Cronograma de Proyecto de investigación	31
Tabla 9. Cronograma de Desarrollo de proyecto de investigación	32
Tabla 10. Cuadro de parámetros	53
Tabla 11. Rango para vulnerabilidad	53

## Índice de figuras

Figura 1. Zonas sísmicas	13
Figura 2. Fuerzas horizontales actuando sobre muros	17
Figura 3. Inadecuada densidad de muros	18
Figura 4. Adecuada densidad de muros en ambas direcciones	18
Figura 5. Formulas estadísticas	21
Figura 6. Falla de muros por falta de arriostre superior	20
Figura 7. Vivienda sin confinamiento	21
Figura 8. Agrietamiento de un muro confinado	22
Figura 9. . Reanudado de grietas	22
Figura 10. Refuerzo de muro	22
Figura 11. Ubicación Geográfica del Proyecto	29
Figura 12. Calicata C-1	32
Figura 13. Parte superior Grava	32
Figura 14. Calicata C-2	33
Figura 15. Parte superior Grava	33
Figura 16. Calicata C-3	34
Figura 17. Parte superior Grava	34
Figura 18. Ubicación geográfica de los Olivos	35
Figura 19. Ubicación del proyecto	36

## RESUMEN

En la actual tesis titulada “Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas “AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos, Lima– 2020”, el objetivo general planteado es determinar el nivel de riesgo sísmico en las viviendas informales en el distrito de Los Olivos, AAHH Juan Pablo II-2020, para ello se realizó un análisis de 37 viviendas informales. En la gran mayoría de casos las viviendas presentan deficiencias estructurales. Esta información se logró obtener mediante inspecciones en el lugar de estudio a través de fichas técnicas donde se calculó el peligro, fragilidad (vulnerabilidad) y nivel de riesgo sísmico de las viviendas analizadas. La investigación es de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, siendo la población son todas las viviendas del AAHH Juan Pablo II, la muestra son 37 viviendas autoconstruidas, los instrumentos para recolectar los datos fueron instrumentos empíricos como las fichas de reporte y la realización de ensayos por procedimientos normalizados. Basándose en los resultados se obtuvo que la zona estudiada es riesgosa sísmicamente. Las viviendas informales del distrito de Los Olivos, AAHH Juan Pablo II, tienen un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, el cual asciende en un 70%, lo cual la clasifica en un nivel de riesgo Alto, aproximándose a 26 viviendas con riesgo sísmico alto de un total de 37 viviendas inspeccionadas. Esto se debe a que presentan un déficit en cuanto a la calidad de materiales y mano de obra, la deficiencia en densidad de muros, y la estabilidad de muros al volteo, un peligro sísmico alto y vulnerabilidad sísmica alta, por ende, se puede concluir que la gran parte de viviendas podrían sufrir daños estructurales severos si se produce un sismo de regular magnitud.

**Palabras claves:** Viviendas autoconstruidas, peligro sísmico, riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, construcción.

## **ABSTRACT**

In the current thesis entitled "Evaluation of seismic risk of self-built houses" AAHH Juan Pablo II ", Los Olivos, Lima - 2020", the general objective is to determine the level of seismic risk in informal homes in the district of Los Olivos, AAHH Juan Pablo II-2020, for this an analysis of 37 informal dwellings was carried out. In the vast majority of cases, the dwellings have structural deficiencies. This information was obtained through inspections at the study site through technical sheets where the danger, fragility (vulnerability) and level of seismic risk of the houses analyzed were calculated. The research is of an applied type, quasi-experimental design, the population being all the AAHH Juan Pablo II dwellings, the sample is 37 self-built dwellings, the instruments to collect the data were empirical instruments such as the report cards and the realization of testing by standard procedures. Based on the results, it was obtained that the studied area is seismically risky. The informal homes in the Los Olivos district, AAHH Juan Pablo II, have a high level of seismic vulnerability, which amounts to 70%, which classifies it as a High risk level, approaching 26 homes with a high seismic risk of a total of 37 homes inspected. This is due to the fact that they present a deficit in terms of the quality of materials and workmanship, the deficiency in the density of walls, and the stability of walls when overturning, a high seismic hazard and high seismic vulnerability, therefore, it can be concluded that most of the houses could suffer severe structural damage if an earthquake of regular magnitude occurs.

**Keywords:** Self-built houses, danger, risk, seismic vulnerability, construction.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN.**

En los últimos años la actividad autoconstructiva, se realizó constante primordialmente en sectores de la población que carecen de la economía suficiente. Esto sucede en la mayoría de lugares del mundo, como en países más evolucionados y también en países que se encuentran en proceso a desarrollarse. <sup>23</sup>

A causa de la defectuosa realidad económica, gran parte de los habitantes de nuestro país, difícilmente tienen los medios para acordar con especialistas profesionales en el rubro y escogen realizar sus casas de manera informal. El primordial detalle de la mayoría de hogares es que carecen de técnica en estructuras, es tanta la carencia de conocimiento que exponen las viviendas haciéndolas vulnerables ante un evento sísmico. <sup>14</sup>

El Perú es de los muchos que tienen un gran índice de que existan movimientos telúricos a nivel del mundo, esto se debe a que se encuentra en el cinturón de fuego. Un fenómeno en este sitio del continente puede ser el transcurso del deslizamiento de placas sísmicas, llamadas oceánica y sudamericana o continental. Las fricciones de las placas ocasionan los terremotos por niveles con una frecuencia de manera relativa. <sup>29</sup>

En Perú, los dueños de las viviendas eligen la actividad informal edificando con materiales ineficientes que incumplen los modelos de calidad, ningún tipo de orientación profesional, además lo que más importa, que jamás usan las Normas Técnicas Peruanas (NTP), y aun peor el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). <sup>23</sup>

Conforme con el INEI, el 42.4% de los habitantes peruanos, siendo su mayoría en provincias, carecen el dinero suficiente para poder llevar a cabo una construcción que pueda cumplir mínimamente con las normas técnicas peruanas, además de contar con orientación y revisión de especialistas profesionales en el rubro. Entonces, de acuerdo a lo indicado prefieren el levantamiento informal de viviendas

por gente que no cuentan con licencia por parte de las autoridades existentes, ello causa un mayor índice de vulnerabilidad sísmica. <sup>10</sup>

Los estudios que existen sobre la vulnerabilidad sísmica de las construcciones en nuestro país son alarmantes, de acuerdo a la Cámara Peruana de Construcción (Capeco), una vivienda autoconstruida no tiene ningún tipo de protección ante un sismo, añadiendo que el 70% de viviendas son autoconstruidas y son cuentan con un alto índice de vulnerabilidad ante el efecto de fenómenos sísmicos. <sup>5</sup>

Al investigar el efecto de sismos en el planeta, es evidente que la actividad sísmica se da en distintas magnitudes e intensidades porque se encuentran apegadas con la energía que se libera mediante las ondas del sismo que se propagan mediante y a través del suelo. <sup>10</sup>

El daño que ocasiona el sismo a la configuración estructural siempre fue y será motivo de estudio, ya que deja eficiente conocimiento acerca de las carencias en el proceso constructivo y en el diseño estructural, por consecuencia, estas ocasionan pérdidas económicas en demasía, además de pérdida de vidas humanas. <sup>19</sup>

De esta manera es como personas con carencia de conocimiento, llevan a cabo la construcción de viviendas, usando muchas veces componentes que no pueden cumplir de acuerdo a la calidad necesaria, además un proceso constructivo indeseable. Por consecuencia las viviendas cuentan con fallas estructurales y tienen un riesgo sísmico elevado. Por estos argumentos se ve necesario evaluar cuál será el nivel de riesgo sísmico en las viviendas autoconstruidas en AAHH Juan Pablo II, Los Olivos. <sup>22</sup>

Entonces el **problema general** es: ¿Cuál es el nivel de riesgo sísmico en las viviendas autoconstruidas en “AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos - 2020?

El presente estudio tiene justificación en el suceso que puede notarse, en la mayor parte de los hogares de todas las zonas de la capital son construidas informalmente, por ello se plantea analizar las viviendas informales y su relación con el riesgo sísmico, para así conocer cuánto influye el nivel de riesgo sísmico en la deficiencia

de los hogares informales, por consiguiente, mejorar en este aspecto el desempeño de las viviendas de Lima.

El presente estudio también, muestra las fallas graves en la calidad de la estructura de estas viviendas, que como los componentes no cumplen para nada con los parámetros mínimos de calidad para llevar a cabo un proceso constructivo eficiente, mucho menos cuentan con asesoría profesional, conllevan a que sean viviendas autoconstruidas. Al carecer de un buen desempeño estructural eficiente ante cualquier evento sísmico, lo más probable es que causarían pérdidas enormes en materiales, pérdidas en economía, y lamentablemente serían pérdidas humanas. Entonces el objetivo principal de este presente estudio es, resolver cuál es el nivel de riesgo sísmico en las viviendas autoconstruidas de albañilería.

Adicionalmente, la hipótesis de este estudio sería, el nivel de riesgo sísmico es alto en las viviendas autoconstruidas de albañilería confinada.



## **II. MARCO TEÓRICO**

## II. MARCO TEÓRICO.

- Laucata (2013). En su investigación titulada: *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo*, de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ingeniería Civil, en su tesis para optar el título de Ingeniero Civil; tuvo como principal objetivo de su estudio, ayudar a disminuir la vulnerabilidad de los eventos sísmicos en edificaciones autoconstruidas de albañilería en nuestro país, ubicar las técnicas para construir de mayor uso en el levantamiento de hogares autoconstruidos en Trujillo, crear algunas fichas para así poder evaluar los 19 estados de la vulnerabilidad de los hogares en Trujillo, además poder estimar a groso modo el riesgo sísmico de 30 hogares autoconstruidos en la ciudad de Trujillo. La metodología usada en este estudio es el recuento de la información concisa, especificar los lugares a laborar, fichas de trabajo, algunas para encuestar, y al final, procesar la información real analizada en el campo. Se concluyó que; la vulnerabilidad principalmente se da por el tipo de materiales usados en el proyecto de una vivienda, la calidad de la mano de obra que se tiene no siempre resulta ser la mejor, también el proceso para construir carece de conocimiento técnico, por lo tanto, las edificaciones autoconstruidas en Trujillo son vulnerables a ocurrir un colapso fatal si existiese un real movimiento telúrico. [10]
- Valverde. (2017). En su investigación titulada: *Riesgo sísmico de las edificaciones autoconstruidas en el distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017*, de la Universidad César Vallejo, facultad de Ingeniería Civil, tesis para obtener el título de Ingeniera Civil. Busca para su objetivo encontrar el riesgo sísmico de las viviendas informales, presento de muestra a 25 hogares. Consiguió de resultado del trabajo que la vulnerabilidad en dicho lugar de análisis fue alta con 72%, mediana con 16%, esto se debe a que presentan mala densidad de los muros, malos agregados. Además, el peligro sísmico se consiguió con una media de 100%. En el trabajo obtiene finalmente que el riesgo sísmico tiene un nivel alto con un 69% además, el 31% de estas viviendas tienen un nivel intermedio. Con estas pruebas se notan que algunos factores que influyen son la vulnerabilidad sísmica y el peligro sísmico. Como mayoría todo esto sucede por falta de conocimiento estructural al realizar los muros, también la pésima calidad en los agregados para la construcción, y la mano de obra. [29]

- Rojas. (2017). En su investigación titulada: *Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca*, de la Universidad Peruana Los Andes, facultad de Ingeniería Civil, tesis para obtener el título de Ingeniera Civil; tuvo como objetivo, evaluar el índice de peligro mediante un sismo en las viviendas autoconstruidas en el sector 5 lado este de Chupaca, por ello se usó la manera cuantitativa. Este estudio estimó a la gran parte de hogares de este sector que estarían localizados a una distancia de 283.38 metros. Se debe señalar que, al culminar la tesis, se otorgó la información a las autoridades debidas para enseñar y ayudar a la gente que viven en el lugar. El principal resultado del presente estudio señala que prevalece un alto índice de riesgo sísmico en algunas viviendas informales en el lugar estudiado, también que el peligro del sismo es demasiado alto y si ocurriera algún tipo de evento sísmico, la economía se vería afectada potencialmente, alcanzando un promedio S/. 2'116,069.86. [22]
- Paucar. (2018). En su trabajo titulado: *Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en la urbanización la libertad en el distrito de Lurigancho Chosica – 2018*, desde la Universidad César Vallejo para obtener el título de ingeniero civil, el presente estudio plantea para su objetivo primario conocer el riesgo sísmico que tengan las viviendas informales de aquella zona de estudio. Se tuvo como muestra unos 20 hogares que tengan errores en el proceso constructivo, mala arquitectura y fallas en los elementos estructurales. Se trabajaron 20 hogares conforme a la muestra ya dicha, se buscó información acerca de las casas, cuestiones de localización, fallas en las estructuras, agregados deficientes e indicadores. Después se analizó la información, y acto seguido la densidad de muros para ver si se volteaban. Como resultado final del estudio muestra que los hogares informales en dicha zona muestran un alto riesgo sísmico con 75% y mediana con 25%. Con dimensiones como peligro sísmico, además de vulnerabilidad en caso de sismo, se obtuvo peligro en sismo con 20%, y mediana con 70%, con indicadores como sismicidad, modelo del suelo, y la pésima topografía de los hogares. [19]

- Mosqueira. (2012). En su investigación titulada: *Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana*, de la Universidad Católica del Perú, facultad de Ingeniería Civil, estudio con finalidad tener grado académico de magister en ingeniería civil. Se tuvo para objetivo primario mitigar el riesgo sísmico en las viviendas de albañilería que tengan demasiado autoconstrucción en la costa del Perú. Se obtuvo como resultados: las viviendas en esta parte del Perú tienen 72% de vulnerabilidad ante el sismo muy alto, el 18% de la vulnerabilidad ante un sismo medio y con 10% muestra una vulnerabilidad ante el sismo bajo. Se logró como resultados que el riesgo ante el sismo sería alto, ya que las viviendas tienen alta vulnerabilidad, además fueron construidas por la misma gente de la zona que carecen de experiencia en el rubro. Para concluir se sugiere que la densidad de los muros como mínimo se realicen en ambas direcciones. [14]
- Giraldo. (2012). En su investigación titulada: *Mejoramiento de Procesos Constructivos de una Edificación a Partir de Simulación Digital y Videos Time Lapse*, de la Pontificia Universidad Javeriana, facultad de Ingeniería Civil, tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Tuvo como objetivo, originar sugerencias para poder mejorar, todo esto mediante la filosofía Lean Construction, gestionando un software para simular digitalmente el proceso para poder construir con calidad de las viviendas a querer sacar información. Se concluyó que, en pocas propuestas como el vaciado de concreto de los distintos elementos de la configuración estructural, la gente que está involucrada son mucho más que los requeridos, teniendo de esta manera periodos para esperar, porque cada uno de los trabajadores realiza distintas actividades e influye en lo que puedan realizar los demás obreros. [7]

- Llanos. (2014). En su estudio titulado: *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali*: una propuesta metodológica. Muestra su objetivo hallar el índice de la vulnerabilidad del sismo, su muestra diferencial fueron los colegios de la zona de estudio, se usó un sistema de tipo cualitativo para realizar el análisis, además se realizó un mecanismo especificado para el estudio, este trabajo tuvo que adaptarse con unas teorías existentes para sus características y se observan en los colegios que han sido visitados, todo esto con base a las teorías y cualidades para el desarrollo del estudio sobre la vulnerabilidad de los 20 colegios. Se obtuvo de respuesta que tienen el 56% de vulnerabilidad alta, además que de ellos unos 16 podrían tener un riesgo para dicha zona, todo esto anterior a que ocurra un movimiento telúrico, todo lo que ocurriría se debe a la demasiada inestabilidad de las columnas y vigas de concreto armado, también de los elementos no estructurales, allí se ven los daños que llegan a ser severos, ahí logran afectar el correcto proyecto, también las zonas de los centros educativos. A diferencia de otros colegios, que existen investigaciones que indican que se encuentran sub dimensionadas. [11]

- Delgado. (2006). En su estudio titulado: *Aspectos constructivos para la autoconstrucción de la ampliación de viviendas en el proyecto elemental Valdivia*, tiene de finalidad primordial poder otorgar conocimiento claro, por ello la Escuela de Arquitectura de la U. A. Ch. confeccione un Manual de Autoconstrucción, sus finalidades son enseñar las mejores alternativas de construcción. Se concluyó que, la superficie donde se llevara a cabo la construcción es demasiado húmedo, por ello se propone haciendo hincapié, tener que invertir en paredes de humedad, esto se encuentra entre las soluciones para poder ampliar, por que señalan que, de no construirlas como tal, las viviendas estarían expuestas a un desgaste anticipado [5]

- Kerstin. (2002). En su estudio titulado: *Seismic vulnerability of existing buildings*, tuvo como finalidad establecer un proceso que pueda investigar la vulnerabilidad del sismo de una gran cantidad de construcciones que ya existen, usando una perspectiva de ingeniería, pero que también utilice menor duración. El uso del proceso nuevo se hará a 87 construcciones en el lugar de Basilea, edificaciones en su mayoría de albañilería, concreto, y hasta la conjunción de ambos que se estima que puedan ser gravemente dañados ante un evento sísmico alto. Se concluyó que, se consiguió diseñar un proceso para poder analizar eficientemente de ingeniería, con el cual se podrá analizar si la vulnerabilidad ante un sismo de las construcciones en mínimos lapsos de tiempo. La información recopilada indica que el 45% de edificaciones deberían obtener un daño grave o quizás destruirse, así lo indica la escala macro sísmica europea, ya que la deficiente configuración estructural en planta y también en elevación (pisos blandos), por ello se recomendó que, en la zona estudiada, el riesgo ante un evento sísmico podría ser agresivo. [9]

### **Vulnerabilidad sísmica**

Con el fin de obtener la vulnerabilidad del sismo en las construcciones se pudo analizar por una parte la vulnerabilidad estructural y la vulnerabilidad no estructural. Para esto la vulnerabilidad de estructuras puede encontrarse de acuerdo a lo siguiente: una densidad de muros, la buena calidad de la mano de obra y halla de acuerdo a las siguientes equivalencias: la densidad de los muros, la importancia de la mano de obra y el nivel o grado de la calidad de materiales que se usaran. Además, La vulnerabilidad que no es estructural se encuentra con una sola regla: la estabilidad de muros al volteo. Uno por uno de estas equivalencias se otorga una cantidad numérica. (Tabla 1). <sup>14</sup>

Tabla 1. Estimación de vulnerabilidad.

Vulnerabilidad					
Estructural				No estructural	
Densidad (60%)		Mano de obra y materiales (30%)		Tabiquería y parapetos (10%)	
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3

Fuente: Elaboración propia

La numeración atribuida a cada norma se puede reemplazar en la ecuación indicada para otorgar números a la vulnerabilidad sísmica de las construcciones informales. También se considera un 60% de uso a la densidad de muros, ya que la densidad se puede calcular en las fichas técnicas por cada hogar. Sin embargo, un 10% de uso se le da a la calidad de mano de obra y materiales, ya que se evalúa visualmente y además concierne demasiado al criterio del que encuestara las viviendas. También, se consideró 10% de uso a la vulnerabilidad no estructural. <sup>20</sup>

**Vulnerabilidad sísmica = Densidad de muros x 60% + Mano de obra x 30% + Estabilidad de muros x 10%**

## Densidad de muros

En su opinión Mosqueira, (2012), se refiere al cálculo con el daño pudiendo afectar específicamente a un hogar de albañilería, esto se realiza estudiando los muros que ya existen, además de los mínimos como indica la norma, todo se debe a que deben cumplir con aguantar el corte del sismo que causan los movimientos sísmicos, teniendo como aceleración máxima de 0.45g. Debe hacerse una revisión en la primera planta, porque debe resistir a la carga del sismo, además de los próximos pisos. <sup>14</sup>

$$V/Ar = \sum VR/Ae \quad (\text{ec: 1})$$

Teniendo en cuenta:

V = Fuerzas actuantes ocasionada por los sismos (kN)

VR = Fuerzas resistentes por corte de la primera planta (kN)

Ar = Área que se necesita de los elementos estructurales (muros) (m<sup>2</sup>)

Ae = áreas que existen de muros portantes (m<sup>2</sup>)

## **Peligro sísmico**

Según (López y Villacañas, 1999), afirman que el análisis del riesgo y de diversas situaciones de deterioro de la población, se necesita tener con anterioridad el peligro sísmico de dicha zona a estudiar, esto nos lleva a algo más complejo, esta complejidad no debería hacerse caso si es que se acepta la finalidad de pocos estudios anteriores. Particularmente para poder calcular áreas extensas se puede recomendar realizar un cálculo con datos a deducir por el IGN (p. 278). <sup>12</sup>

## **Sismicidad**

Es el conjunto de parámetros que cumplen determinadas condiciones, definen en su totalidad el fenómeno sísmico y se presenta generalmente a través de distribuciones, de tamaño, espaciales, temporales, de energía, etc. La teoría de tectónica de placas se da por el estudio de la distribución espacial de terremotos que ha sido uno de los factores más importantes al establecer esta conjetura, donde afirma que la litósfera está dividida en placas tectónicas en las cuales sus bordes coinciden en las zonas activas sísmicamente. <sup>21</sup>

Para la evaluación de la respuesta específica del área del suelo de interés, es fundamental tomar en cuenta que Lima se encuentra vinculado con el fenómeno de roce de placas tectónicas sudamericanas denominado subducción. Se encuentra ubicado en una zona 4 el suelo, lo que representaría una zona alta de sismicidad, indica el mapa de zona sísmica del Perú, establecido por la Norma de Diseño Sismorresistente. <sup>29</sup>

## **Zonificación**

“La Norma E-030 actualizada en el mes de febrero del año 2016 nos dice, el territorio peruano se divide en 4 diferentes áreas como podemos observar en la Figura N° 1. La distribución propuesta tiene origen principalmente en la zonificación espacial observada de la sismicidad” (Capítulo 2: Zonificación, 2016, párr. 10) <sup>24</sup>





Figura. 1. Zonas sísmicas.

Tabla 2. Factores de zona.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma E030.

## Ensayos Estándares

Los métodos para ejecutar los ensayos se realizaron obedeciendo los parámetros de la Norma Técnica Peruana (NTP) y tomando como referencia el libro con el nombre de Manual de laboratorio de Mecánica de Rocas y Suelos y. Los ensayos de identificación y clasificación tienen por finalidad clasificar e identificar las muestras del terreno (e.g. granulometría).<sup>24</sup>

Los ensayos estándares posibilitan hallar propiedades físicas de los suelos, estos son:

-Análisis granulométrico por tamizado y sedimentación

## Riesgo Sísmico

En su opinión, Kuroiwa, (2002), indica que el riesgo sísmico de los hogares se encuentra a razón de el peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica, y se halla así:

$$\text{Riesgo Sísmico} = \text{Vulnerabilidad sísmica} \times \text{Peligro sísmico}$$

Luego, se puede llegar a finalizar la definición del riesgo sísmico, que tuvo como investigación de que magnitud llega a resistir un hogar cuando existe un sismo o peligro de un sismo. <sup>14</sup>

Tabla 3. Valores de riesgo sísmico.

RIESGO SISMICO			
Peligro \ Vulnerabilidad	Baja	Media	Alta
	Baja	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio	Alto
Alto	Medio	Alto	Alto

Fuente: Tarque y Mosqueria, 2005.

## Análisis de estabilidad de muros al volteo

Primero se calcula el estado de muros cuando puede ocurrir un volteo, si fuese así serán a los muros no portantes, puesto que son posibles sus divisiones para los parapetos que se llevan a cabo en azoteas y balcones, tabiques, para finalizar existen cercos para perímetros o algunos pisos sin techar. Con dicho cálculo se puede encontrar el  $M_a$  y el  $M_r$ . <sup>20</sup>

Luego se procede a calcular el ( $M_a$ ), para ello se tiene como variable de carga por movimiento del sismo ( $V$ ), esto avanza cuando exista un movimiento sísmico con dirección perpendicular con la fachada del muro (NTE-0.30, 2016). <sup>20</sup>

$$V = Z \cdot U \cdot C1 \cdot P \quad (\text{ec. 3})$$

Se tiene:

$V$  = fuerza sísmica que existe en un sismo (kN/m<sup>2</sup>)

C1 = Coeficiente del sismo

P = Peso del muro (kN/m<sup>2</sup>)

El peso se puede hallar mediante este cálculo:

$$P = \gamma m \cdot t \quad (\text{ec. 12})$$

Se considera:

$\gamma m$  = Peso específico del muro

Por caso de ladrillos macizos  $m\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Por caso de ladrillos tubulares  $m\gamma = 14 \text{ kN/m}^3$

t = Grosor del muro (m).

Según indica, San Bartolomé, (2012), concuerda con que los momentos trabajan perpendicularmente con la cantidad de muros, para tal modalidad existe la ecuación: <sup>21</sup>

$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \quad (\text{ec. 4})$$

Por tal:

$M_a$  = Momento que actúa (kN-m/ml)

m = Coeficientes de momentos

a = Longitud más crítica (m)

V = Carga sísmica perpendicular.

Según NTE-0.30, (2016), las cantidades se deben considerar como variables, depende de los muros que no son portantes y llevan como confinarse en diversas ocasiones que existan, se encuentran:

Entonces, con estos valores al cálculo (ec: 4) se observa:

$$M_a = Z \cdot U \cdot C \cdot P \cdot m \cdot a^2 \quad (\text{ec: 5})$$

$$M_r = 25t^2, \text{ en kN-m/m} \quad (\text{ec: 6})$$

Finalmente, del cálculo previo (5) y (6), se obtiene lo siguiente:

□ Si  $M_a > M_r$ , el muro puede considerarse **inestable**, entonces esta falla por volteo frente a un evento sísmico de 0.45g.

□ Si  $Ma \leq Mr$ , termina el muro por considerarse **estable**.

### **Viviendas autoconstruidas**

Las viviendas autoconstruidas para Orihuela, indica que es la carencia de apoyo, personal experimentado para brindar asistencia en el caso, además de falta de economía. Siendo así se facilita a la gente la falta ya que avanza el tiempo. <sup>10</sup>

Además, Pérez, indica: “Las viviendas informales expiden unos rasgos de la gente que se relaciona directamente con las áreas a usarse, en decoración, también el apoyo que no existe, a su vez la opinión de cada integrante de la familia”. <sup>30</sup>

Así que cuando se habla de construcciones informales se dirige a la carencia de economía.

### **Tipología de viviendas**

Según Cañedo, indica por su parte, radica en ver la diferencia de tipo de los hogares en diversos lugares de investigación y también de campo, se puede enumerar concorde a sus diversos componentes. <sup>5</sup>

A su vez la NTE-A020, el tipo del inicio de los hogares son gran parte, por lo que las áreas de sus arquitecturas se encuentran conformados por elevados elementos, así se forma lugar de la arquitectura. Por lo tanto, es posible construir distintas tipologías de hogares: <sup>11</sup>

**a. Unifamiliar**

**b. Viviendas multifamiliares**

**c. Conjunto residencial**

### **Calidad de los materiales usados en la construcción de viviendas informales.**

Es bueno saber escoger los agregados con los cuales se construirá, esto es vital, ya que deberán ser de calidad superior, todo esto se debe a que cumplirán un periodo de vida largo, entonces deberán cumplir con las normas existentes. <sup>12</sup>

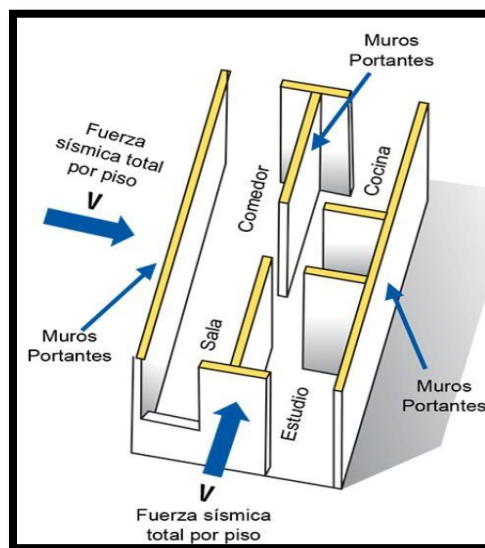
Por lo que la norma NTP-060, (2009, pág. 20), indica las cualidades que deberán tener para poder realizar una vivienda resistente y de calidad buena. <sup>24</sup>

## Geometría

Los sistemas estructurales y la geometría están claramente interrelacionados. El sistema de construcción es versátil, es decir, adaptarse de algo o alguien con rapidez y facilidad a distintas funciones. Está conformado de una conexión universal y fuerte, módulos a escala humana. Las estructuras Geométricas están construidas con tubos de aluminio o galvanizadas, prefabricado mediante sistemas de manufactura computarizados. Se pone en énfasis por su grado de complejidad y su estrecha relación con el espacio (Simetría) y forma de construcción. <sup>18</sup>

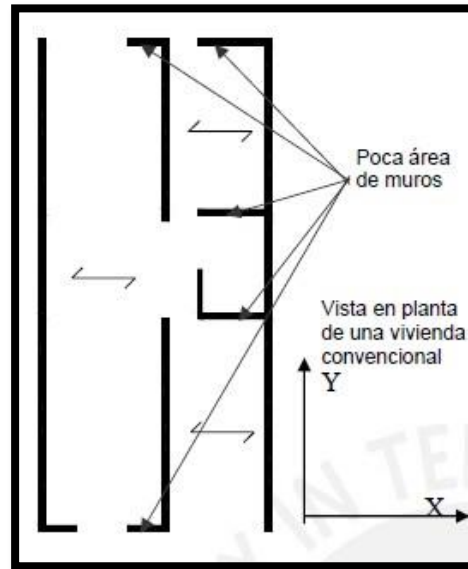
## Densidad de muros

La firmeza que pueden tener las viviendas de albañilería ante la presencia del sismo estaría conjugada con la facultad que tuvieran los muros de poder aguantar el mayor corte sísmico. Es decir que para que la configuración estructural tenga un gran comportamiento sísmico debe contar con una firme densidad de muros en ambas direcciones: "x" y "y". <sup>22</sup>



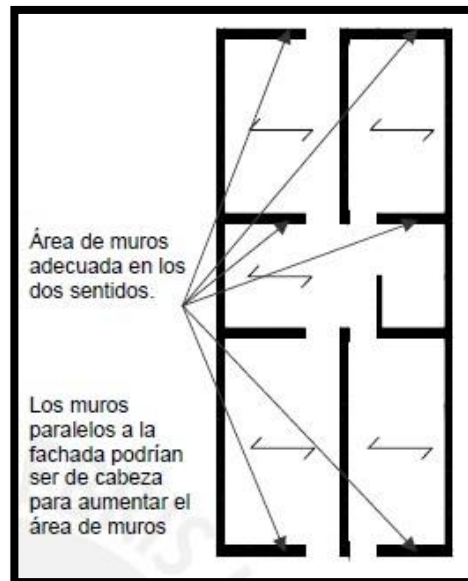
*Figura 2. Efectos de un sismo en una vivienda: Fuerzas horizontales actuando sobre ella.*

El área que existe de muros tiene que equivaler o ir en aumento en relación al área de corte que solicita, esto se obtiene de realizar un estudio de sismo a la construcción. Si no se cuenta con un área de corte normada, cualesquiera ambas direcciones, se dará una falla por corte en los muros de la edificación. Ocasionando inmediatamente grietas diagonales en las paredes, así reduciendo considerablemente la capacidad de resistir de la vivienda. La deficiente mano de obra para el levantado de los muros puede ocasionar un déficit de hasta 40% de la resistencia que tendría al corte de muros. <sup>22</sup>



**Figura 3. Inadecuada densidad de muros.**

La gran parte de viviendas estudiadas se indica que es evidente una mala densidad de muros en la dirección paralela a la salida, porque tienen muy poca cantidad de muros, además siendo estos de longitudes menores a 1m, todavía mal confinados y asentados en forma de soga. Sin embargo, en la otra dirección las edificaciones llevan muros portantes con asentados de tipo cabeza, con buen confinamiento y de apropiada longitud, siendo así en esta dirección, cumpliendo con los parámetros adecuados para poder contrarrestar o aguantar el evento sísmico. <sup>21</sup>



**Figura 4. Adecuada densidad de muros en ambas direcciones**

## **Medidas de mitigación para el reforzamiento de las viviendas autoconstruidas.**

Las construcciones tienen que tener un mantenimiento constante para que tengan un correcto funcionamiento y con la finalidad de que tengan un buen funcionamiento o desempeño ante un determinado evento sísmico. El reforzamiento de viviendas es para que el sistema estructural mejore su capacidad de carga y capacidad resistente. El reforzamiento permite disminuir el nivel de vulnerabilidad de las viviendas, es decir, es como una medida de prevención cuando ocurra un sismo de diversas características.

Según (Correia, Rocha, Lourenco, Vasconcelos y Varum, 2014, p. 4) afirman que la cultura sísmica local ha tenido poca atención por parte de los campos de acción de Ingeniería y Arquitectura, lo cual se debe de sugerir recomendaciones para mejorar los errores comunes para contribuir a la reparación y restauración de edificios que sufrieron daños por eventos sísmicos.

En la caracterización de deficiencias y vulnerabilidad de las construcciones informales se encuentran la gran mayoría en Perú y son las más vulnerables sísmicamente por no ser construidas con criterios rigurosos. A continuación, se presentan algunos ejemplos de mal comportamiento sísmico en construcciones informales que se puede prevenir con un sistema de refuerzo superficial.

### **Construcción de muros portantes con uso de ladrillos pandereta**

En las zonas sísmicas están prohibidos usar ladrillos pandereta ya que son extremadamente débiles que hace que se pulvericen cuando fallan y presentan una baja capacidad portante.

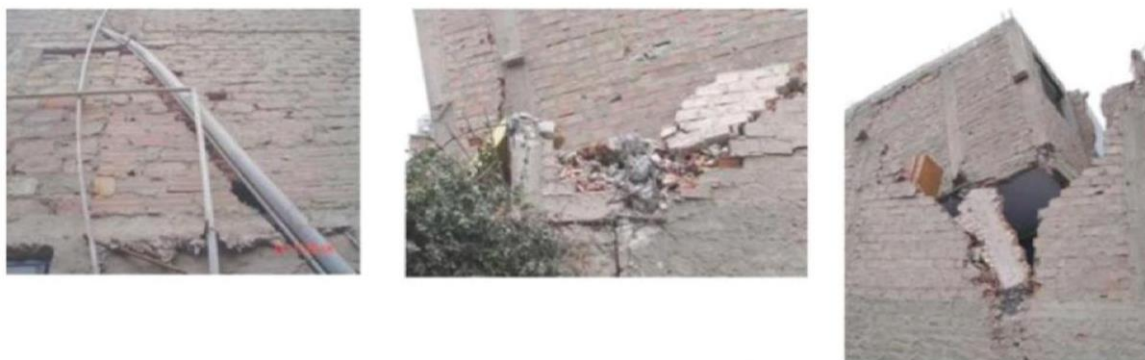


Figura 5. Muro portante de pandereta.

## **Separación De Conexión Entre Techo y Muros**

Los últimos pisos llamados techos generalmente se quedan sin construir, por lo tanto, los muros del último piso no se encuentran arriostrados, lo que produce un vaciamiento lateral de los muros o parte de ellos en ocasiones de sismos.



Figura 6. Falla de muros por falta de arriostre superior.

## **Ausencia de elementos de confinamiento vigas y columnas**

La mampostería básica o simple no es apropiada para su uso en zonas sísmicas, salvo si cuenta con un sistema de refuerzos que evite la disgregación de los muros. En el caso de este país el sistema más común usado para la construcción en viviendas son la colocación de vigas columna de concreto armado para lograr que los muros se confinen.

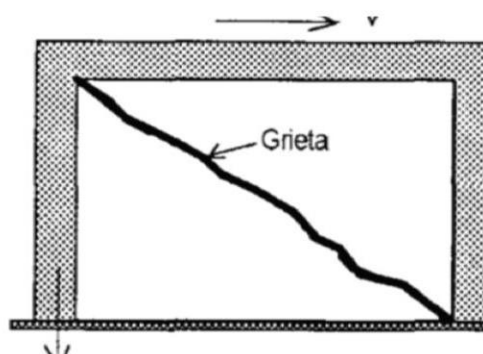




**Figura 7.** Vivienda sin confinamiento de vigas ni columnas, se produce la desintegración de muros y colapso total.

### **Reforzamiento superficial para muros de mampostería**

La técnica de refuerzo más usada en Perú es confinar los muros con vigas y columnas, lo cual su funcionamiento es mantener la unidad de muro manteniendo la capacidad de soportar cargas verticales luego de que se produzca el agrietamiento por la fuerza cortante en su plano.

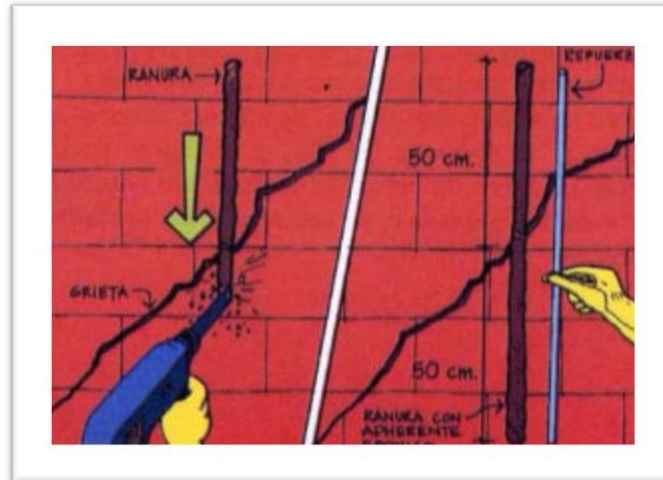


**Figura 8.** Agrietamiento de un muro confinado.

## Costura de grietas

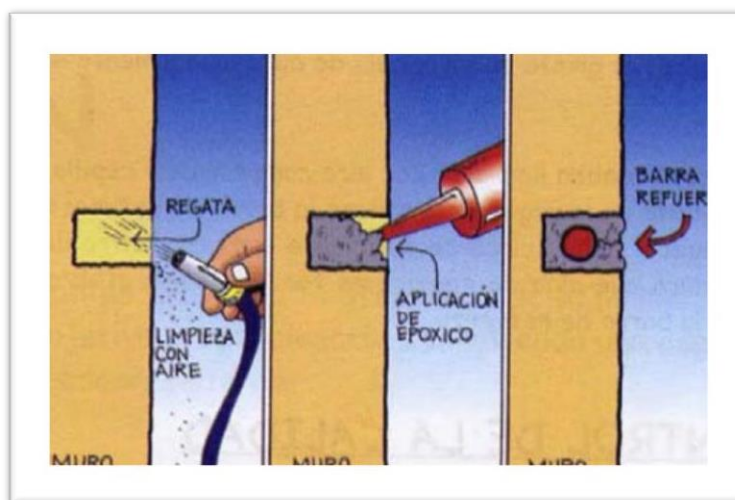
Para un mejor desempeño hay que reforzar siguiendo algunos pasos:

Hacer una abertura con un taladro, lo cual debe de interceptar a la grieta del muro con ángulo de 45° o 90° y debe de tener en cuenta una distancia o longitud de 1m aproximadamente, este procedimiento se debe de ejecutar cada metro de largo de la grieta.



**Figura 9.** Reanudado de grietas

El siguiente paso es limpiar las ranuras y sacar el aire comprimido, una vez limpio la ranura se procede a echar resina epóxica, se coloca un barilla de ½" y con longitud de 1m en la ranura y finalmente se sella con epóxica para que el acero quede adherido en totalidad en el muro y fijo.



**Figura 10.** Refuerzo de muro

### **III. METODOLOGÍA.**

### **III. METODOLOGÍA.**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación: aplicada.**

Por parte de Sánchez, (2004), indica sobre el tipo del estudio aplicada, se relaciona con la búsqueda de investigaciones de manera científica que sin duda alguna son reales o apunto de aparecer. (pág. 42). <sup>15</sup>

Por lo que esta investigación es de tipo aplicada, por lo que se hace uso del conocimiento teórico ya existente, como tales: para la albañilería sus edificaciones, peligro al sismo, vulnerabilidad ante un sismo y el riesgo ante un sismo en las viviendas que existen en el lugar de la investigación. Acto seguido hallar los objetivos existentes.

##### **Diseño de investigación: cuasi experimental.**

#### **3.2 Variables y operacionalización**

“Las variables son particularidades que adquieren cada institución, persona, y al ser medidos, varían cualitativa y cuantitativamente una en relación a la otra, por ejemplo: contextura, edad, peso, sexo, talla, color de cabello, entre otros” (Valderrama Mendoza, 2013, p.157). <sup>28</sup>

Variable independiente: Viviendas autoconstruidas.

Definición conceptual. - Las viviendas autoconstruidas, indica que puede ser la carencia del apoyo, carencia de técnicos capacitados, además de ayuda de manera económica. Es así que se puede ayudar a la gente, de esta carencia que crece día a día. <sup>19</sup>

Definición operacional. - Para el análisis de viviendas informales se realizarán estudios en las edificaciones para poder encontrar su: configuración estructural, tipología de vivienda, ensayos estándares, asimismo se realizará el modelamiento con el software SAP2000.

Variable dependiente: Evaluación del riesgo sísmico.

Definición conceptual. – Indica que el riesgo ante un sismo de los hogares en función al peligro que pueda existir ante un sismo y de la vulnerabilidad ante un evento sísmico. Kuroiwa, (2002). <sup>14</sup>

Definición operacional. - Se realizarán procesos para identificar la vulnerabilidad sísmica mediante fichas de encuesta y calicatas, peligro sísmico se evaluará mediante la Norma E-030, ensayos de suelos y topografía del terreno, riesgo sísmico se calculará en función al peligro y la vulnerabilidad.

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

**Población:** Es un conjunto de seres, cosas o elementos finitos, los cuales tienen características comunes o atributos, capaz de recibir la acción de ser observadas. Por ende, es posible decir de generalidades de instituciones, empresas, familias, votantes, autos, etc. (Valderrama, 2013, p. 182). <sup>28</sup>

Por lo tanto, la población que se toma en cuenta en esta investigación son todas las viviendas autoconstruidas del AAHH Juan Pablo II, Los Olivos.

**Muestra:** (Valderrama, 2013, p. 184) muestra es un subconjunto o subgrupo que representa una población, constituye una parte de la población. Y es representativa porque manifiesta las características de la población cuando se fija el método adecuado de muestreo de esta se sugiere; es diferente de esta únicamente en la cantidad de las que se encuentran dentro. <sup>28</sup>

“Para calcular la magnitud o medir la muestra (n) con la población, siendo de tamaño (N) se desconoce, además teniendo una población conocida por investigaciones del nivel descriptivo y también correlacional, a continuación, se presentamos las fórmulas” (Valderrama Mendoza, 2013, p. 186). <sup>28</sup>

Por lo tanto, cuando se desea evaluar la media proporcional con variable cuantitativa y el tamaño de la población es conocido, se debe de utilizar la siguiente ecuación estadística para hallar la magnitud muestral:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Donde:

N=3452 : Tamaño total de la población

n=37 : Tamaño total de la muestra

d= 7% : Máximo error permisible

Z= 1.96 : Nivel de confianza; para el 95%

q= 5% (0.05) : Probabilidad de fracaso

p= 95% (0.95) : Probabilidad de aceptación

Por lo tanto, la magnitud muestral para esta investigación lo constituyen 37 viviendas autoconstruidas, que están ubicadas en el AAHH Juan Pablo II, Los Olivos.

**Muestreo:** En estadística es una técnica donde la finalidad es determinar la muestra de la población por dos métodos estadísticos, siendo estos: las

muestras probabilísticas realizadas mediante fórmulas y la muestra no probabilística realizada mediante la selección de un sujeto teniendo en consideración criterios de estudio que se desea investigar. Para esta investigación se consideró el muestreo probabilístico, este tipo de muestreo se da siempre y cuando se cumplan 2 condiciones: <sup>15</sup>

Según (Ochoa, 2015, párr. 5) “[...] el conjunto de unidades de la población total tiene mayor índice de ser escogido o usado en la muestra. Se conoce de manera eficaz cualquier probabilidad por elemento, y se conoce como probabilidad de enclave. <sup>15</sup>

Por lo tanto, se tomará un muestreo probabilístico por conglomerados, ya que este método consiste en seleccionar aleatoriamente lugares específicos dentro de la ciudad, para luego elegir calles y viviendas. Ya elegido la vivienda, se procede a entrevistar a todos los vecinos.

Este muestreo consistirá en seleccionar aleatoriamente un conjunto de manzanas del A.A.H.H. Juan Pablo II, finalmente seleccionar viviendas de cada manzana.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1. Instrumentos**

“Aquí, el que investiga debe señalar los métodos de cómo se recolecto los datos, ya que esto servirá como indicio para calcular y luego, se contrasta las hipótesis”. <sup>28</sup>

Estas técnicas pueden ser: Observación, entrevistas, encuestas y análisis de documentos.

Para el actual trabajo de estudio se aplicará analizar o estudiar informaciones, además observar directamente los sucesos más relevantes, además de fichas de recaudación de datos, fichas técnicas y también fichas para poder encuestar las viviendas necesarias.

*Tabla 4. Fichas técnicas y encuesta*

Fichas técnicas	Indicador	Anexo
Ficha N° 1	Estabilidad de muros al volteo	Anexo 3
Ficha N° 2	Densidad de muros	Anexo 4
Ficha N° 3	Vulnerabilidad sísmica	Anexo 5
Ficha N° 4	Desplazamiento	Anexo 6
Ficha de encuesta N° 1		Anexo 7

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.2. Validez

Perdomo (2012), afirma que “Los instrumentos necesitan de investigaciones que sean científicas para que puedan determinar si consiguen mostrar un buen nivel de estabilidad para ser aceptable y generar influencias válidas” (p. 9).<sup>26</sup>

El presente proyecto se valida al elaborar fichas de recolección de datos y ensayos en el laboratorio, dicho de otro modo, por medio de la firma del jefe de laboratorio los cuales están calibrados y certificados. Por consiguiente, los instrumentos serán validados por juicio de expertos, en otras palabras, los ingenieros especialistas van a firmar y certificar la validez de los ensayos y fichas realizadas.

### 3.4.3. Confiabilidad

“Es el conjunto de fases para establecer cuan es confiable o fiable y coherente es el instrumento que se ha elaborado e indica el grado de consistencia, cuando es aplicada en diferentes ocasiones (estabilidad o réplica). Se hace uso de la confiabilidad para hablar de resultados válidos, ya que no es posible valorar algo que cambia continuamente” (Valderrama Mendoza, 2013, p. 215).

<sup>28</sup>

Para la presente investigación la confiabilidad debe ofrecer la calidad que los instrumentos deben estar certificados, debido a ello se pueda lograr un estudio coherente y confiable. Los instrumentos usados para ser confiables deben requerir de:

La calibración actualizada en maquinaria

Características de calidad de instrumentos

Firma y sellos del especialista en laboratorio

### **3.5. Procedimientos.**

#### **1) Investigación bibliográfica**

Se rebuscó informaciones acerca de investigaciones de riesgos ante un sismo en las viviendas informales. Además, se investigó sobre las cartillas y manuales de procesos constructivos de viviendas previamente realizadas.

#### **2) Compatibilización de ensayos**

Se recopilarán ensayos existentes del estudio de investigación por mecánica de suelos.

#### **3) Trabajo de campo**

Después de seleccionar los lugares específicos para encuestar, se encuestará a las edificaciones autoconstruidas a las que tengamos acceso, ya que no todas son de libre acceso. Los rellenados de las fichas de encuesta serán hechos a mano.

También se realizarán trabajos de campo como calicatas, para tomar muestras representativas. Estas muestras se llevarán al laboratorio y se realizarán ensayos para saber las propiedades de tipo físicas y también propiedades mecánicas de los tipos de suelos.

#### **4) Análisis y modelado de viviendas.**

Se modelará las estructuras con el software ETABS, efectuando el análisis lineal, a su vez el análisis dinámico.

#### **5) Elaboración de las fichas de encuesta y de reporte**

Se realizarán mediante el programa Excel, se elaborarán fichas de encuesta y fichas técnicas. Además, la función de las fichas de encuesta serán recopilar estudios de campo a cerca de las variedades en parámetros constructivos de las edificaciones. Toda la información conseguida con las fichas servirá para hallar sobre vulnerabilidad, peligro ante un sismo y riesgo al movimiento telúrico de los hogares informales. Las fichas técnicas se utilizarán para sintetizar la información recogida y elaborar la operación de hallar el riesgo sísmico de las edificaciones de manera eficiente e instantánea.



## **6) Trabajo de gabinete para determinar la vulnerabilidad.**

Se realizará mediante uso de programas, los trabajos de gabinete para poder determinar el grado de vulnerabilidad sísmica, para al finalizar encontrar el riesgo sísmico.

## **7) Evaluación de resultados.**

Se procederá a evaluar los resultados, resaltando lo encontrado para poder brindar soluciones o ayudar a mitigar los efectos negativos analizados.

## **8) Discusión, conclusiones y recomendaciones.**

Finalmente, se discutirán los resultados en base a lo investigado, se determinarán las conclusiones de acuerdo a lo encontrado y se establecerán las recomendaciones necesarias para informar o ayudar a la mitigación de los resultados obtenidos.

### **3.6. Método de análisis de datos.**

“El método mixto de una investigación [...], implica un análisis, una recolección, un conjunto de procesos de vinculación y recolección de datos tanto cuantitativos como cualitativos en un mismo estudio o en una sucesión de investigaciones para argumentar un planteamiento de problemas y entender mejor el fenómeno bajo estudio” (Hernández, 2014, p. 565).<sup>1</sup>

En este proyecto se usará la estadística descriptiva, se van aplicar las fichas de recolección tanto de encuestas como de reporte mediante el programa Microsoft Excel. La información obtenida en las fichas servirá para poder hallar el peligro, vulnerabilidad y riesgo ante un sismo de los hogares. Ya realizado el llenado de fichas y las supervisiones In Situ, se procedió a elaborar una síntesis de los observaciones y resultados expresadas en la ficha.

Se elaboró tablas donde se puede encontrar deficiencias y problemas estructurales para poder brindar así el nivel de riesgo sísmico. Se tabuló la información y lo que se observó en las viviendas inspeccionadas. En las tablas comprendieron los desperfectos estructurales de la vivienda, factores de resistencia y la calidad de la construcción.

También se realizarán trabajos de campo como calicatas, para tomar muestras representativas. Estas muestras se llevarán al laboratorio y se realizarán ensayos para saber las cualidades físicamente, y cualidades mecánicas del terreno.

### **3.7. Aspectos éticos.**

Se respetará por el intelecto, se respetará por temas religiosos, morales y políticas; se respetará por las responsabilidades políticas, el medio ambiente, sociales, jurídicas y éticas; respeto a la privacidad, respeto a la libre elección, se tuvo en cuenta la legitimidad de los resultados.

Se consideró la validez y confiabilidad de los resultados, a su vez la corrección de la investigación por el software turnitin, que evaluara y rebuscara cualquier nivel bajo o alto de plagio, y si la tesis fuese de propia autoría, además se contara con la calibración de los equipos para evaluar los ensayos necesarios.

#### **IV. RESULTADOS.**

## 4.1. Desarrollo

### 1) Investigación bibliográfica

Se rebuscó informaciones sobre investigaciones de riesgo ante un sismo en los hogares informales. Además, se investigó sobre las cartillas y manuales de procesos constructivos de viviendas previamente realizadas.

### 2) Compatibilización de ensayos

Se recopilarán ensayos existentes del estudio de investigación por mecánica de suelos.

### 3) Trabajo de campo

Después de seleccionar los lugares específicos para encuestar, se encuestará a las edificaciones autoconstruidas a las que tengamos acceso, ya que no todas son de libre acceso. Los rellenados de las fichas de encuesta serán hechos a mano.

También se realizarán trabajos de campo como **calicatas**, para tomar muestras representativas. Estas muestras se llevarán al laboratorio y se realizarán ensayos para saber las propiedades de tipo físicas y también propiedades mecánicas de los tipos de suelos.

### 4) Análisis y modelado de viviendas.

Se modelará las estructuras con el software ETABS, efectuando el análisis lineal, a su vez el análisis dinámico.

### 5) Realización de las fichas de encuesta y de reporte

Se elaborarán mediante el programa Excel, se elaborarán fichas de encuesta y fichas técnicas. Además, la función de las fichas de encuesta serán recopilar estudios de campo a cerca de las variedades en parámetros constructivos de las edificaciones. Toda la información conseguida con las fichas servirá para calcular la vulnerabilidad, el peligro sísmico y riesgo sísmico de los hogares informales. Las fichas técnicas se utilizarán para sintetizar la información recogida y elaborar la operación de hallar el riesgo sísmico de las edificaciones de manera eficiente e instantánea.

### 6) Trabajo de gabinete para determinar la vulnerabilidad.

Se realizará mediante uso de programas, los trabajos de gabinete para poder determinar el grado de vulnerabilidad sísmica, para al finalizar encontrar el riesgo sísmico.

### 7) Evaluación de resultados.

Se procederá a evaluar los resultados, resaltando lo encontrado para poder brindar soluciones o ayudar a mitigar los efectos negativos analizados.

### 8) Discusión, conclusiones y recomendaciones.

Finalmente, se discutirán los resultados en base a lo investigado, se determinarán las conclusiones de acuerdo a lo encontrado y se establecerán las recomendaciones necesarias para informar o ayudar a la mitigación de los resultados obtenidos.

## UBICACIÓN

El proyecto se ubica en “AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos, provincia y Departamento de Lima.

La ubicación geográfica del proyecto se observa en la fig. N°11.

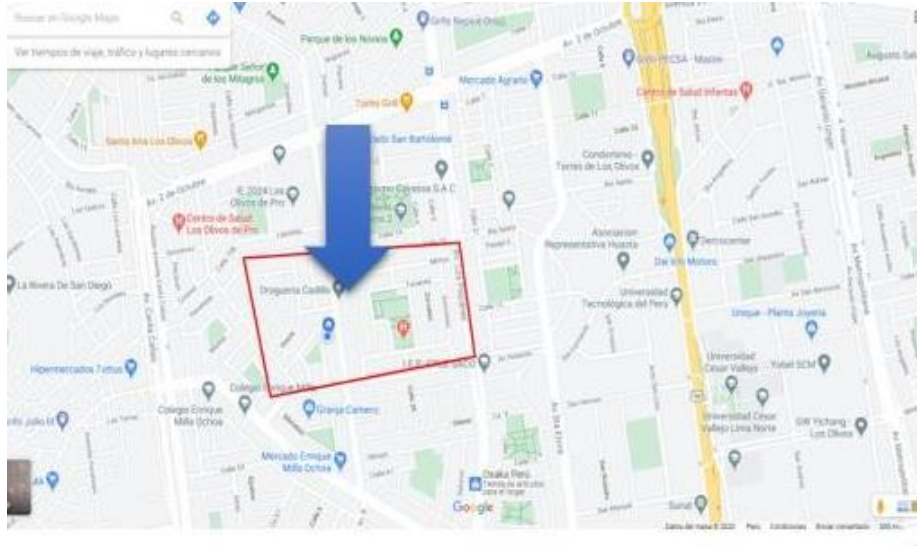


Figura 11. Ubicación Geográfica del Proyecto

## SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

En general, la zona de estudio se halla en una región de elevada actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de gran intensidad durante la vida útil de las construcciones proyectadas.

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el Distrito de los Olivos se encuentra comprendido en la Zona 4, correspondiéndole una sismicidad alta.

La zona en evaluación corresponde a suelos intermedios, por tanto, se considera un Suelo tipo S2.

En la Figura N°3, se presenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú realizado por Alva et al (1984), el cual se basó en Mapas de Isosistas de Sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos recientes. En la Figura N°4, se presenta el Mapa de Zonificación Sísmica considerando por la norma Técnica E-030 “Diseño Sismo resistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Los parámetros sísmicos a usarse son:

Factor de Zona,	$Z = 0.45$ g
Factor de ampliación de ondas sísmicas	$S = 1.05$
Período de vibración predominante	$T_p = 0.6$ seg.

### **Desperfectos en la construcción de viviendas informales**

En las visitas a campo que se hicieron a las viviendas, se inspeccionó los defectos de construcción como, problemas estructurales y constructivos, donde están relacionados con la tipología de suelo de cimentación, la construcción de viviendas, problemas de ubicación y como problemas estructurales, a la configuración sismorresistente, además se analiza la calidad de mano de obra y materiales utilizado en cada vivienda.

## **GEOLOGÍA**

En el presente capítulo se presenta las características geológicas predominantes en el área de estudio que corresponde al Proyecto de Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas “AAHH Juan Pablo II”, Los Olivos, Lima– 2020.

La importancia del tema geológico radica principalmente en su influencia sobre las condiciones de seguridad y riesgo físico de las futuras obras, debido a que el conocimiento de la geología local permite identificar la naturaleza de las formaciones, su resistencia a las acciones erosivas, sensibilidad sísmica, y pronosticar sus incidencias en las etapas de construcción y operación.

Más las presentes obras proyectadas por la poca trascendencia de sus obras civiles, no modificarán las condiciones geológicas y la morfología local.

## **INVESTIGACION GEOTECNICA EFECTUADA**

### **EXPLORACIONES**

La exploración del subsuelo fue ejecutada mediante 03 excavaciones a cielo abierto o calicatas.

La exploración tiene como dimensiones circular diámetro 1.00 m superficialmente disminuyendo la sección a profundidad; siendo la profundidad máxima explorada de 3.00 m. desde el nivel de terreno.

### **MUESTREO**

Se extrajeron muestras tipo disturbada del material del fondo de calicata, identificando la estratificación y sus variantes a profundidad; se tomó muestra en cantidad suficiente para realizar ensayos estándar y especiales.

La muestra se extrajo siguiendo la norma NTP 339.151 (ASTM D-4220), luego se procedió a la descripción e identificación de los materiales encontrados (procedimiento visual manual) según la norma NTP 339.150 (ASTM D-2488).

Cabe recalcar que los materiales encontrados han sido identificados como relleno en la capa superior y el resto de arena mal graduada y no encontrando nivel freático. La densidad de los materiales encontrados no responde a un estado de consolidación, mostrándose sueltos.

### **REGISTRO DE EXPLORACIONES**

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de cada una de las exploraciones, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, etc.

Se indica la profundidad y se describe los materiales predominantes en la exploración.

### **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los ensayos se efectuaron siguiendo las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y fueron los siguientes:

#### **ENSAYOS ESTANDAR**

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Límite Líquido ASTM D-4318
- Límite Plástico ASTM D-4318 ENSAYOS ESPECIALES
- Corte Directo ASTM D-3080

Ver Anexo sección Ensayos de Laboratorio, donde se encuentran los resultados de los ensayos mencionados.

- Determinación de Sulfatos solubles en suelos y aguas Subterráneas. ASTM D- 516, NTP 339,178.

**TRABAJO DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DE SUELOS. EVIDENCIAS  
(CALICATAS).**

**C-1**



Figura 12. Calicata asignada como C-1 hasta una profundidad de 3mts.



Figura 13. Parte superior Grava mal Graduada con Limo y Arena (GP-GM) y en el fondo Grava Mal Graduada con Arena (GP)



**C-2**



Figura 14. Calicata asignada como C-2 hasta una profundidad de 3 mts.



Figura 15. Parte superior Grava mal Graduada con Limo y Arena (GP-GM) y en el fondo Grava Mal Graduada con Arena (GP)

**C-3**



Figura 16. Calicata asignada como C-3 hasta una profundidad de 3mts.



Figura 17. Parte superior Grava mal Graduada con Limo y Arena (GP-GM) y en el fondo Grava Mal Graduada con Arena (GP)





## b. Ubicación de la zona de estudios

Nuestra base de datos de recopilo mediante las fichas técnicas de recopilación de información en la zona de estudios el asentamiento humano “Juan Pablo II” Los Olivos. A continuación, mostramos su ubicación:

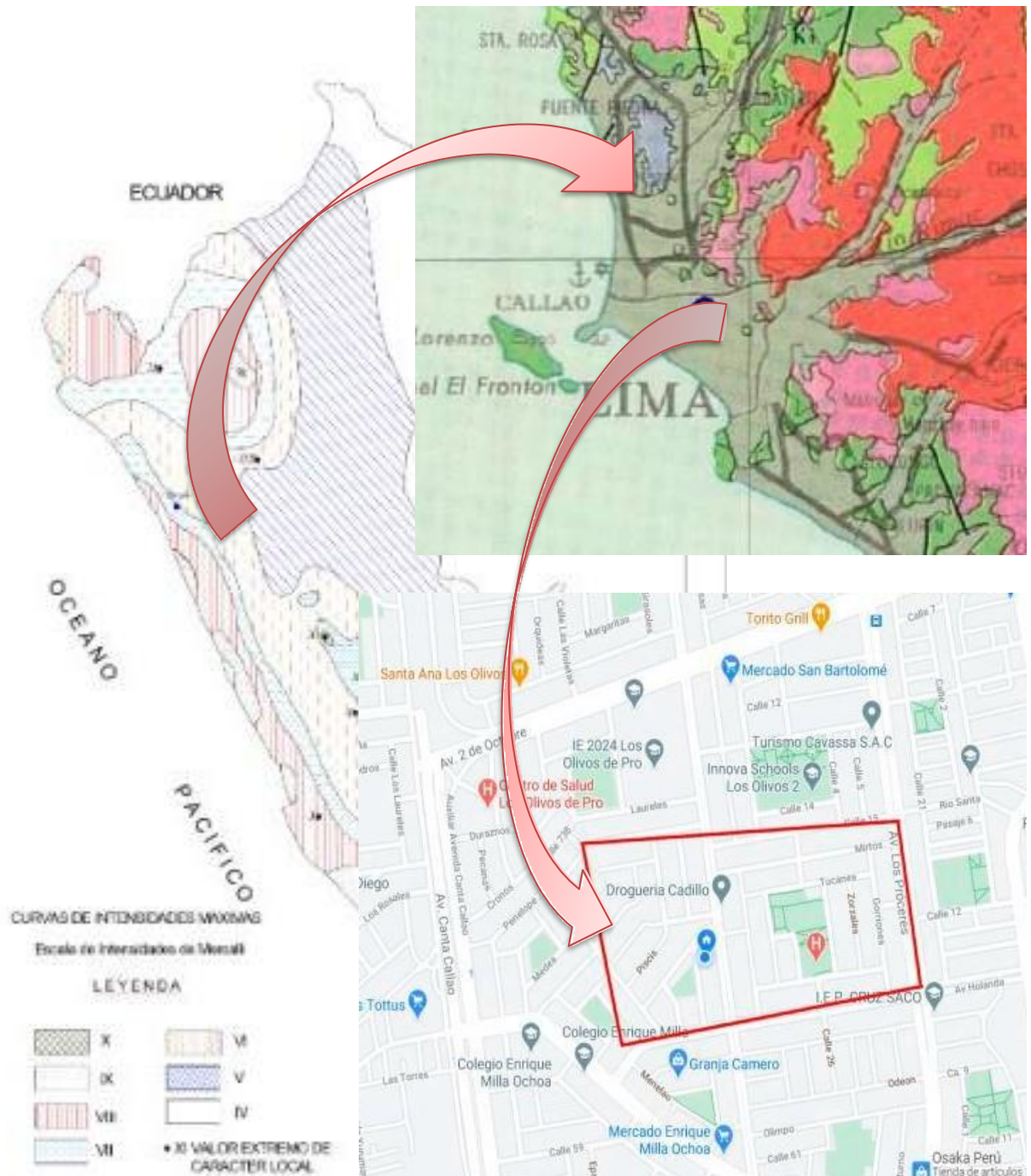
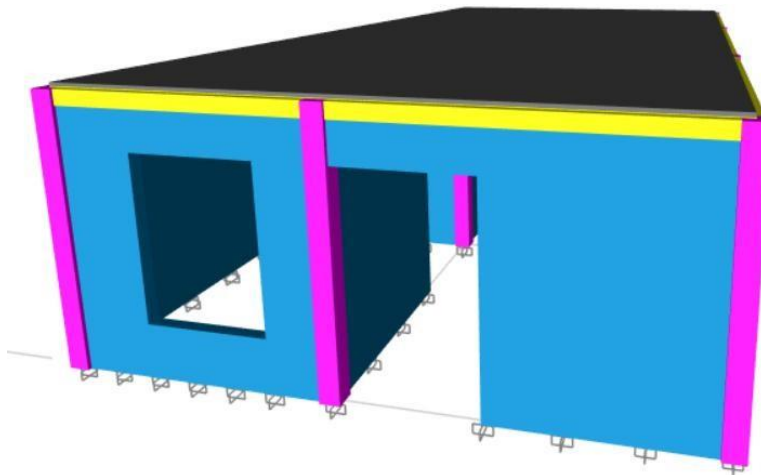


Figura 19. Ubicación del proyecto.

### **Modelamiento 3D de la vivienda utilizando el software (ETABS)**

Es un programa con interfaz gráfico 3D preparado para realizar de forma totalmente integrada, el análisis, modelación y dimensionamiento de todo tipo de infraestructura que necesite ser analizada. Es orientado a objetos, en este caso serán las viviendas informales considerando elementos línea para los elementos de confinamiento verticales (columnetas) y horizontales (vigas), mientras que para los muros se han considerado elementos de área, que han sido divididos o particionados para un mejor análisis estructural y diagnóstico. Es posible generar automáticamente cargas de sismo con respecto a las acciones.

Al ingresar mi modelo al ETABS, se obtendrá un periodo fundamental de vibración de la estructura y se verá que tanto varía para asumir un nuevo valor de "C". A continuación, se presenta un ejemplo de modelamiento de una vivienda inspeccionada generando cargas sísmicas:



#### **INGRESO DE DATOS PARA EL DISEÑO**

- Unidades: KGM-m-c
- Definir unidades: Tnf-m-C; Kgf-Cm-C; etc.
- Ingresar el modelo
- Definir Perfil:
- Definición de cargas: Duad, live, snows, wind, quake, etc.
- Asignación de carga: Puntual

Distribuida: Uniforme, variable Temperatura: Uniforme, Variable Presión:  
Uniforme, variable

- Definir combinaciones de carga: Comb 1=1.4D Comb 2= 1.2D+1.6L+0.5S

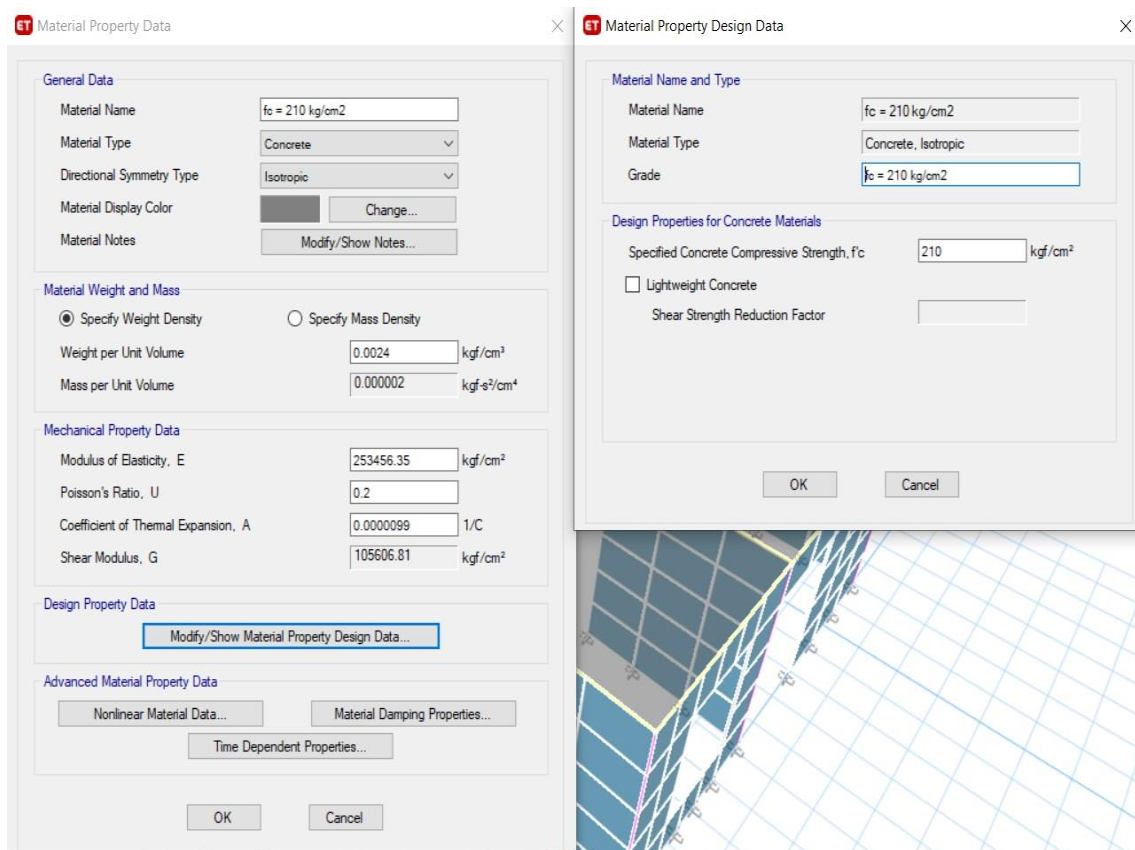
Liberar momentos: Momento 3-3 (M33)

- Analizar en el plano XY, XZ

- Correr análisis: Estático

## VIVIENDA 01 DEFINICIÓN DE MATERIALES

Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Albañilería Confinada  $f'm65$

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

**Material Weight and Mass**

☒ Specify Weight Density ☐ Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  kgf/cm<sup>3</sup>

Mass per Unit Volume:  kgf-s<sup>2</sup>/cm<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  kgf/cm<sup>2</sup>

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C

Shear Modulus, G:  kgf/cm<sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

## Definición de viga solera y Columnas. Viga solera

**Frame Section Property Data**

**General Data**

Property Name:

Material:  ...

Notional Size Data:

Display Color:

Notes:

**Shape**

Section Shape:

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

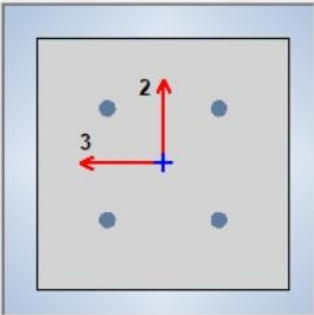
Depth:  cm

Width:  cm

**Property Modifiers**

Currently Default

**Reinforcement**



# Columna

ET

Frame Section Property Data

×

General Data

Property Name

V15X15

Material

fc = 210 kg/cm2

...

Notional Size Data

Modify/Show Notional Size...

Display Color

Change...

Notes

Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape

Concrete Rectangular

▼

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth

15

cm

Width

15

cm

Property Modifiers

Modify/Show Modifiers...

Currently Default

Reinforcement

Modify/Show Rebar...

2

3

# Definición de muros y Cubierta de techo Muros de albañilería

ET

Wall Property Data

×

General Data

Property Name

M-13

Property Type

Specified

▼

Wall Material

f'm=65kg/cm2

...

Notional Size Data

Modify/Show Notional Size...

Modeling Type

Shell-Thick

▼

Modifiers (Currently Default)

Modify/Show...

Display Color

Change...

Property Notes

Modify/Show...

Property Data

Thickness

13

cm

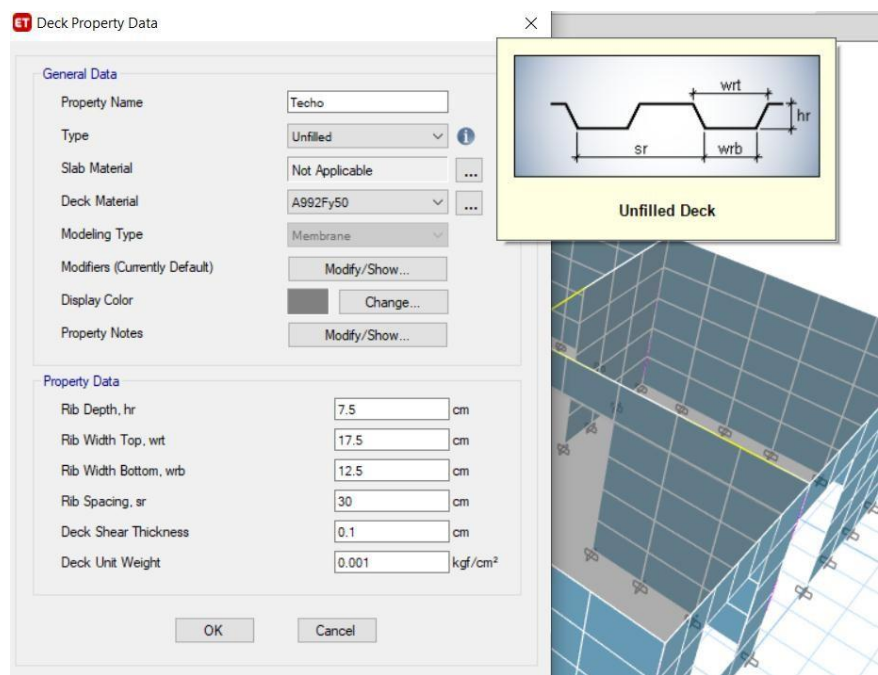
☐ Include Automatic Rigid Zone Area Over Wall

OK

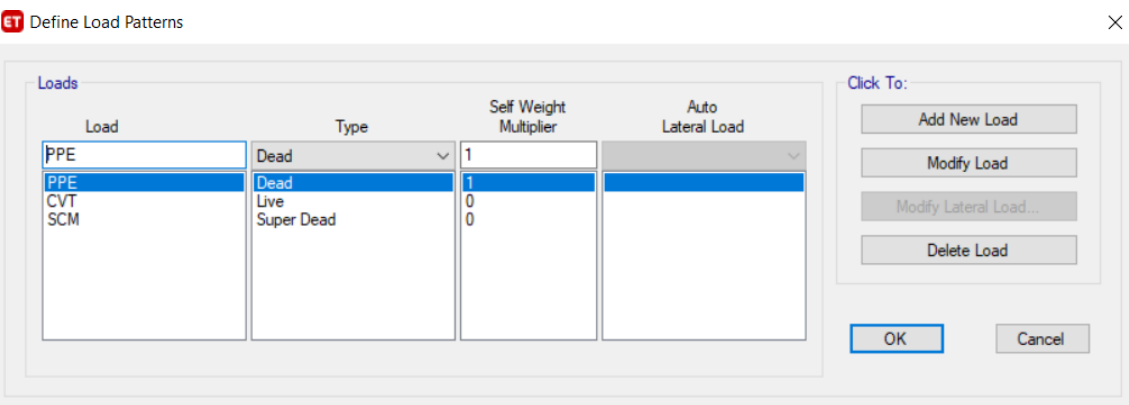
Cancel



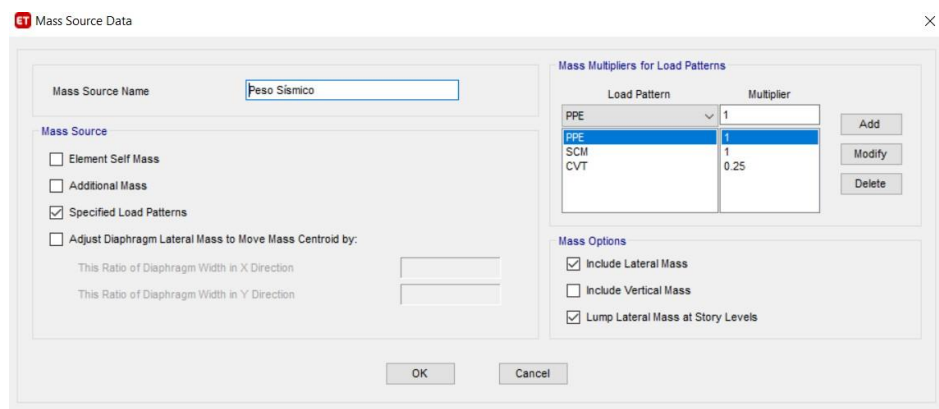
# Cubierta de techo



# Definición de patrones de carga

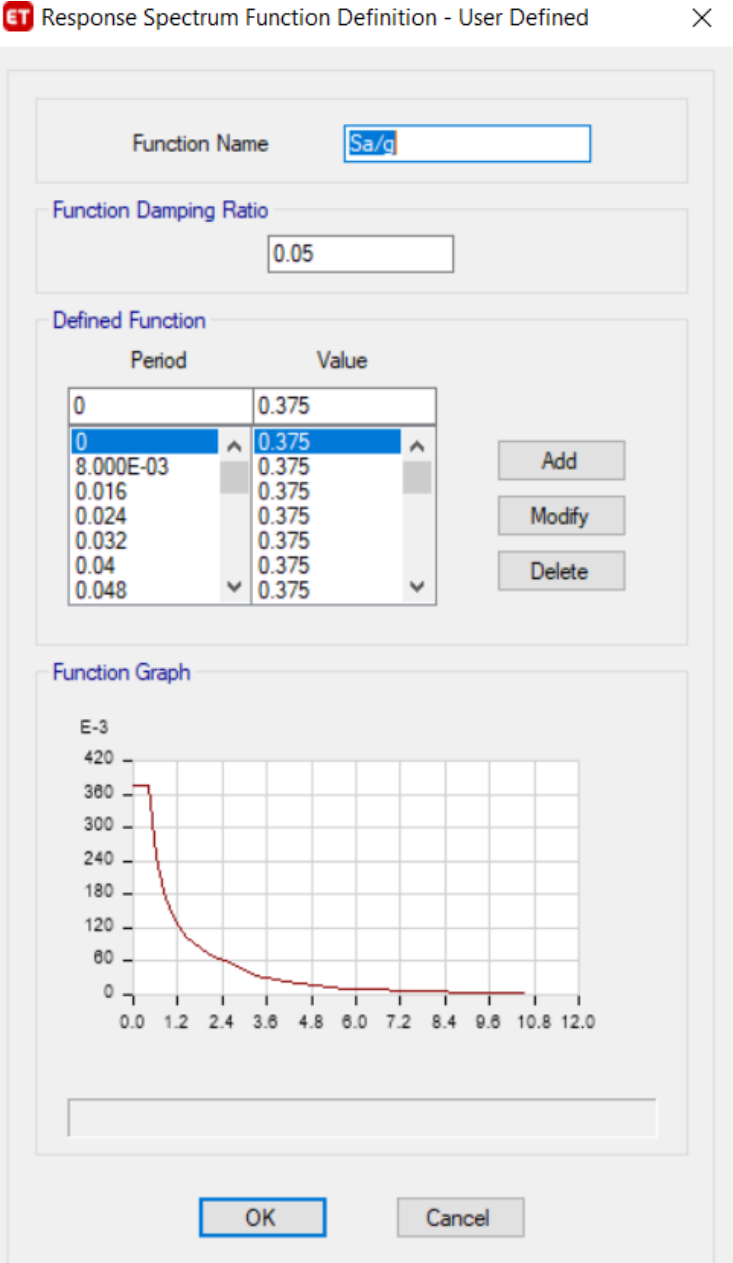


# Definición del peso sísmico

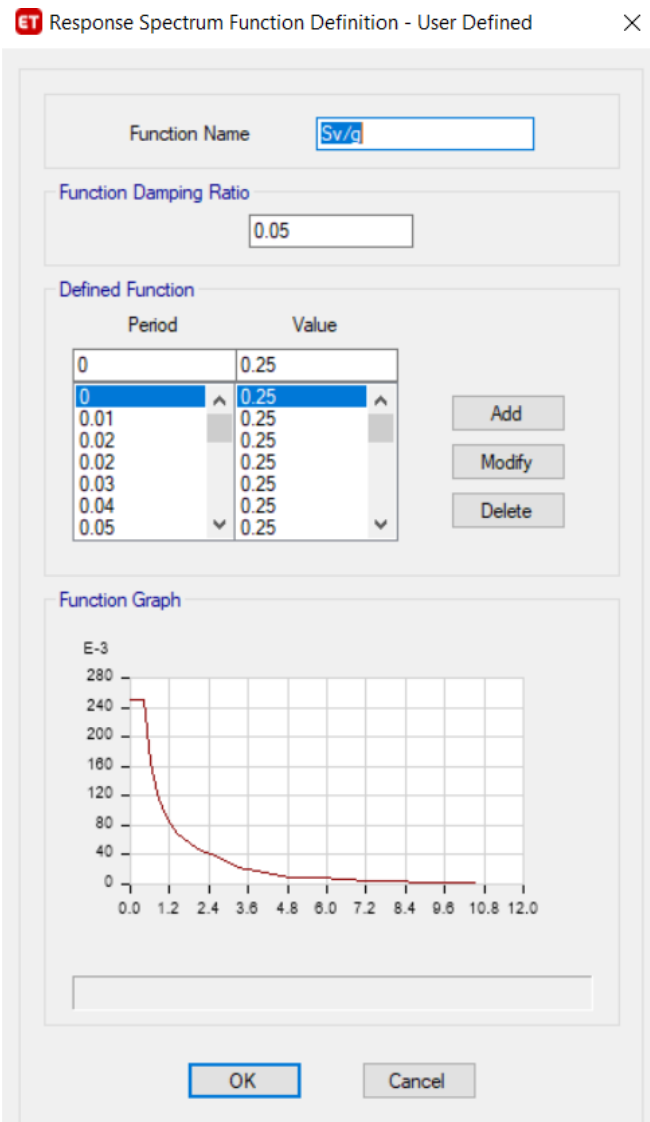


Definición de Espectro de Diseño

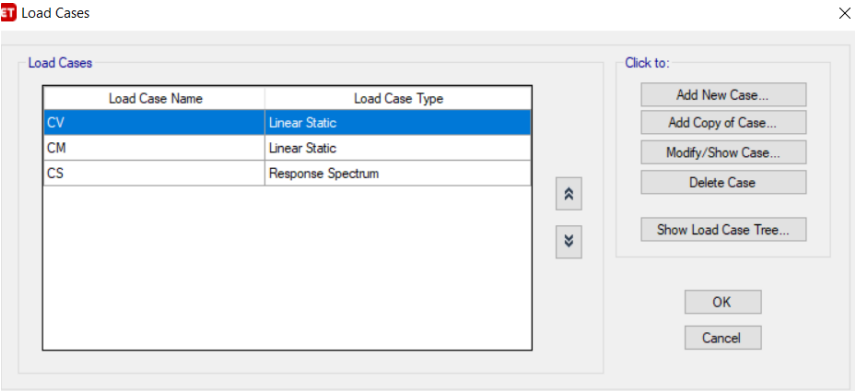
*Espectro de Aceleración Horizontal.*



***Espectro de aceleración Vertical***



**Definición de los casos de carga**



Caso de carga Viva

Load Case Data

General

Load Case Name

SV

Design...

Load Case Type

Linear Static

Notes...

Mass Source

Peso Sismico

Analysis Model

Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☒ Use Preset P-Delta Settings

None

Modify/Show...

☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CVT	1

AddDelete

OK

Cancel

Caso de carga Muerta

Load Case Data

General

Load Case Name

SU

Design...

Load Case Type

Linear Static

Notes...

Mass Source

Peso Sismico

Analysis Model

Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☒ Use Preset P-Delta Settings

None

Modify/Show...

☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SCM	1
Load Pattern	PPE	1

AddDelete

OK

Cancel

Caso de carga sísmica

Load Case Data

General

Load Case Name

SS

Design...

Load Case Type

Response Spectrum

Notes...

Mass Source

Previous (Peso Sismico)

Analysis Model

Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Sa/g	9.8067
Acceleration	U2	Sa/g	9.8067
Acceleration	U2	Sv/g	9.8067

AddDelete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case

Modal

Modal Combination Method

CQC

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1

Rigid Frequency, f2

Periodic + Rigid Type

Earthquake Duration, td

Directional Combination Type

SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor

Modal Damping

Constant at 0.05

Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity

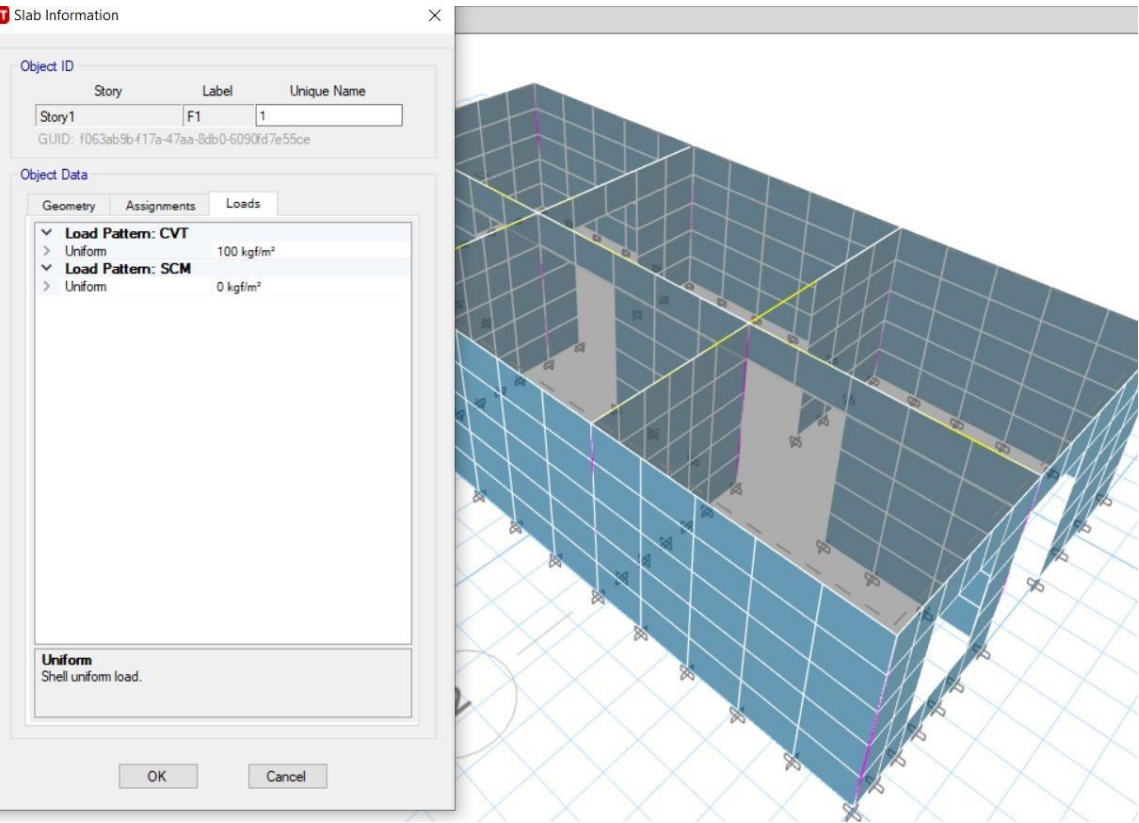
0 for All Diaphragms

Modify/Show...

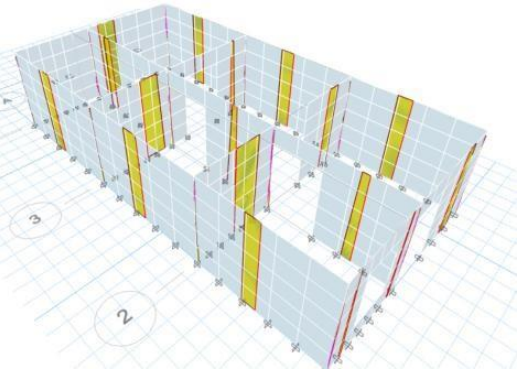
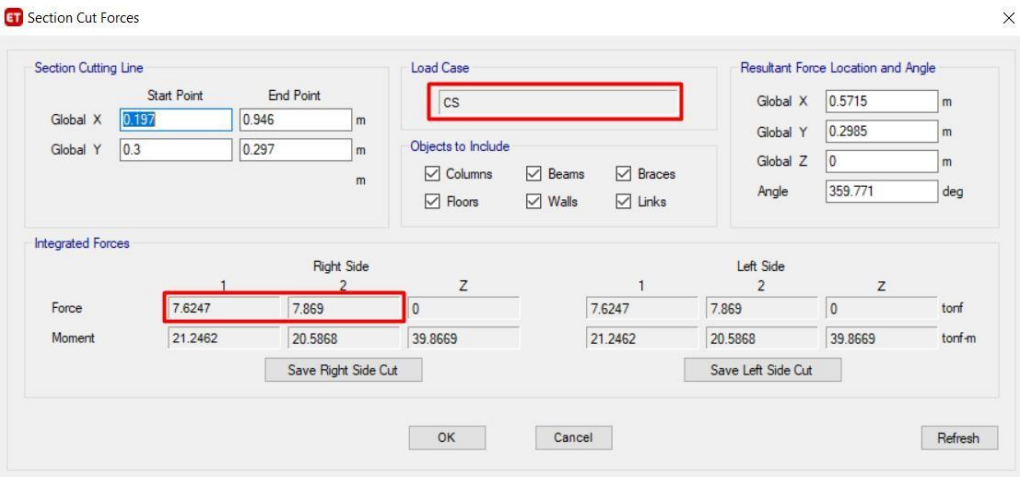
OK

Cancel

# Cargas asignadas a la cubierta ligera



# Resistencia al Corte Vmi



## Fuerza de Cortante teórica por sismo severo vivienda 01

### ANÁLISIS ESTRUCTURAL - NORMA E.030

PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN, E.030 (ART. 4.5.4)

ELEMENTO RESISTENTE EN LA DIRECCIÓN CONSIDERADA

PARA EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA Y PARA TODOS LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO DUALES, DE MUROS ESTRUCTURALES, Y MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

CT = 60

ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN

$h_h = 2.70 \text{ m}$

PERIODO FUNDAMENTA DE VIBRACIÓN

T = 0.045 seg

FACTORES DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA "C", E.030 (ART. 2.5)

$T < T_P$  OK  
 $T_P < T$  N/A  
 $T < T_L$   
 $T > T_L$  N/A

$T_P = 0.400 \text{ seg}$   
 $T_L = 2.500 \text{ seg}$   
 $T = 0.045 \text{ seg}$   
 $C = 2.50$   
 $R = 3$

$C/R = 0.833 \geq 0.125$

CUMPLE

ESTIMACIÓN DEL PESO SÍMICO "P", E.030 (ART. 4.3)

ELEMENTOS	PESO	%	PESO TOTAL
PESO POR CARGA MUERTA =	39.59 Ton	39.59 Ton	100%
PESO POR CARGA VIVA DE TECHO =	7.14 Ton	25%	1.79 Ton
		$P = 41.38 \text{ Ton}$	

FUERZA CORTANTE EN LA BASE, E.030 (ART. 4.5.2)

$Z = 0.45$   
 $U = 1.00$   
 $C = 2.50$   
 $S = 1.00$

$R = 3$   
 $P = 41.38 \text{ Ton}$

$V = 15.52 \text{ Ton}$

FUERZA CORTANTE MÍNIMA, E.030 (ART. 4.6.4)

REGULARIDAD ESTRUCTURAL =	ESTRUCTURA REGULAR
80%	12.41 Ton

$V_x = 7.62 \text{ ton} < 12.41 \text{ ton}$  se determinar el factor de ajuste de la cortante

$$V/V_x = 12.41/7.62 = 1.63$$

$V_y = 7.87 \text{ ton} < 12.41 \text{ ton}$  se determinar el factor de ajuste de la cortante

$$V/V_y = 12.41/7.62 = 1.63$$

**Se procede a ajustar los valores iniciales de la aceleración de la gravedad en el caso de carga sísmica CS, por lo tanto:**

**Ajuste de los valores de aceleración horizontal para el caso de carga sísmica.**

Luego de realizado el ajuste de la aceleración horizontal, se verifica nuevamente la cortante mínima en la base para el caso de carga sísmica

$\sum V_{mi\ x} = 12.43 \text{ Ton} > V_{EI} = 12.41 \text{ Ton}$ , por lo tanto, Cumple con el valor mínimo de cortante teórica.

$\sum V_{mi\ y} = 12.83 \text{ Ton} > V_{EI} = 12.41 \text{ Ton}$ , por lo tanto, Cumple con el valor mínimo de cortante teórica.



## Control de Figuración

Se debe cumplir la siguiente expresión  $V_e \leq 0.55 V_m$

Donde:

$V_e$ : Es la fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro en análisis.

$V_m$ : Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería

Para Valores de bloque de arcilla

$$V_m = 0.5V'm.\alpha.t.L + 0.23P_g$$

CALCULO AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL			
Descripción	Variable	Valor	Unidad
Resistencia Característica a corte de la albañilería	$V'm$	8.1	kg/cm <sup>2</sup>
Carga gravitacional de servicio con sobrecarga reducida	$P_g$	2.6	kg/cm
Espesor efectivo del muro	$t$	13	cm
Longitud total del muro	$L$	420	cm
Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico	$V_e$	1631	kg
Momento flector del muro obtenida del análisis elástico	$M_e$	51328	kg-cm
Factor de reducción de resistencia al corte por efecto de esbeltez	$\alpha$	1.00	-
Resistencia al corte	$V_m$	22113.598	kg
CONTROL DE FISURACION			
Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico	$V_e$	1631.00	kg
	$0.5V_m$	12162.4789	kg
		Ok	

## Modos de vibración

Se consideraron los siguientes criterios:

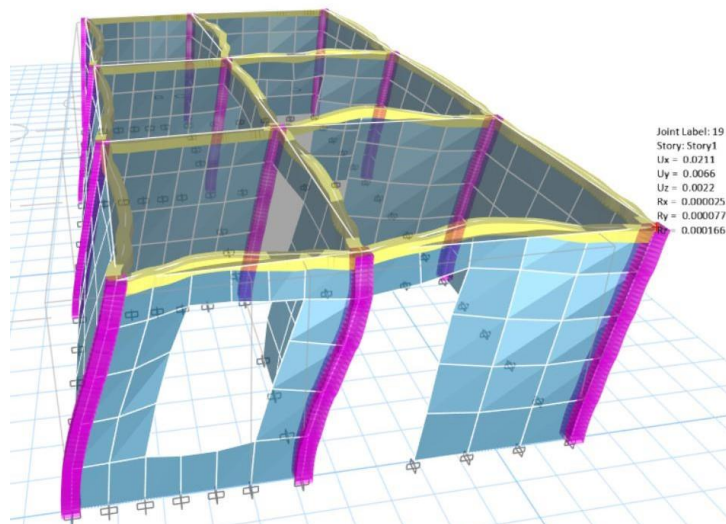
- Todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios períodos de vibración.
- Todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas

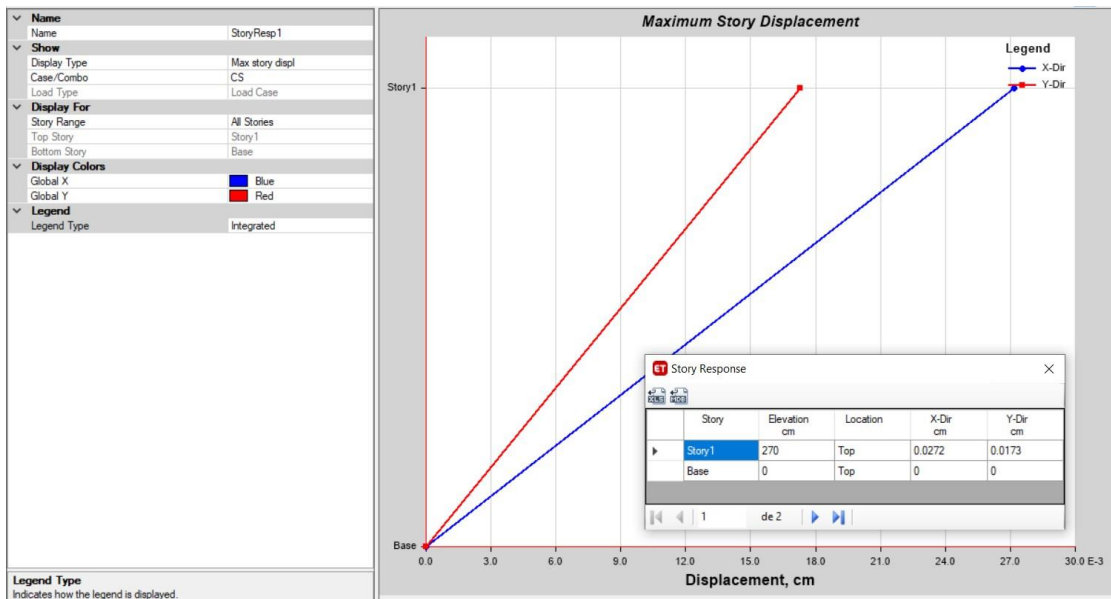
Modal Participating Mass Ratios															
Modal Participating Mass Ratios															
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ	
Modal	1	0.073	0.0071	0	0	0.0071	0	0	0	0.0071	0.0003	0	0.0071	0.0003	
Modal	2	0.035	0.7975	0.0002	0	0.8047	0.0002	0	0.0002	0.7975	0.1637	0.0002	0.8047	0.164	
Modal	3	0.03	0.1075	0.0124	0	0.9121	0.0126	0	0.0124	0.1075	0.2748	0.0126	0.9121	0.4389	
Modal	4	0.026	0.0306	0.2529	0	0.9427	0.2655	0	0.2529	0.0306	0.2497	0.2655	0.9427	0.6885	
Modal	5	0.024	0.0017	0.6454	0	0.9444	0.9109	0	0.6454	0.0017	0.0518	0.9109	0.9444	0.7403	
Modal	6	0.022	0.0004	0.019	0	0.9448	0.9299	0	0.019	0.0004	0.0029	0.9299	0.9448	0.7432	
Modal	7	0.02	0.036	0.0003	0	0.9808	0.9302	0	0.0003	0.036	0.0532	0.9302	0.9808	0.7964	
Modal	8	0.019	0	0.0041	0	0.9808	0.9343	0	0.0041	0	0.003	0.9343	0.9808	0.7994	
Modal	9	0.018	0.0127	0.0007	0	0.9935	0.935	0	0.0007	0.0127	0.1687	0.935	0.9935	0.9681	
Modal	10	0.017	4.029E-06	0.0032	0	0.9935	0.9382	0	0.0032	4.029E-06	4.5E-05	0.9382	0.9935	0.9681	
Modal	11	0.016	0.0027	0.003	0	0.9962	0.9412	0	0.003	0.0027	0.0251	0.9412	0.9962	0.9932	

Los resultados obtenidos son correctos ya que se alcance más del 90% de la masa participante en cada dirección en el Modo 4

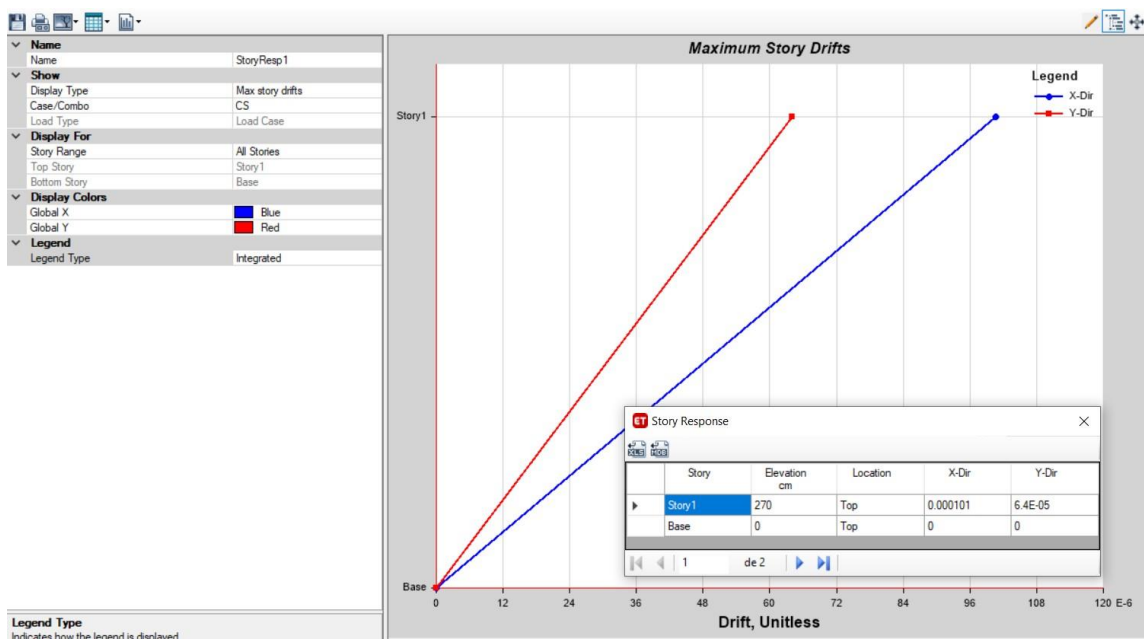
Además, se puede observar, que se observa torsión en el segundo modo por lo que la estructura está sometida a un momento torsional del 16% de la masa participativa.

## Desplazamientos máximos





## Distorsión máxima



**Las distorsiones obtenidas en ambas direcciones no son superiores al límite máximo**

establecido por la norma para el sistema de albañilería confinada igual a 0.005.

Cálculo de carga sísmica sobre el muro de albañilería.

Se seleccionó un tramo del muro de longitud crítica igual a 4.2m.

CALCULO DE CARGA SISMICA SOBRE EL MURO DE ALBANILERIA			
Factor de zona	Z	0.45	-
Factor de importancia	U	1	-
Coeficiente sísmico	C1	2	-
Espesor del muro	e	0.13	m
Peso volumétrico de la albanilería	Y	1800	kg/m <sup>3</sup>
Carga Sísmica uniformemente distribuida sobre el muro	W	168.48	kg/m
CALCULO DE MOMENTO FLECTOR DISTRIBUIDO POR UNIDAD DE LONGITUD			
Dimensión crítica	a	4.2	m
Dimensión corta	b	2.7	m
Razón	a/b	1.556	-
Coeficiente de momento para muros con cuatro bordes arriostrados	m	0.0862	-
Momento Flector	Ms	256.185 297	kg-m
El Momento Resistente	Mr	28.7789 931	kg-m
Ms > Mr por lo tanto el muro es Inestable			

## Vulnerabilidad sísmica

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.6 * \text{Densidad de muros} + 0.3 * \text{Mano de obra} + 0.10 * \text{Estabilidad de muros} \dots (4.17)$$

**Tabla N° 12.** Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1.0 - 1.4
Media	1.5 - 2.10
Alta	2.2 – 3.0

Fuente: (Mosqueira, 2012)

**Tabla N° 13.** Cuadro de parámetros

Vulnerabilidad Sísmica					
V. Estructural				V. No estructural	
(60%) Densidad		(30%) Manos de obra y materiales		(10%) Tabiquería y parapetos	
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1

Fuente: (Tarque y Mosqueira, 2005).

Function Name

Function Damping Ratio

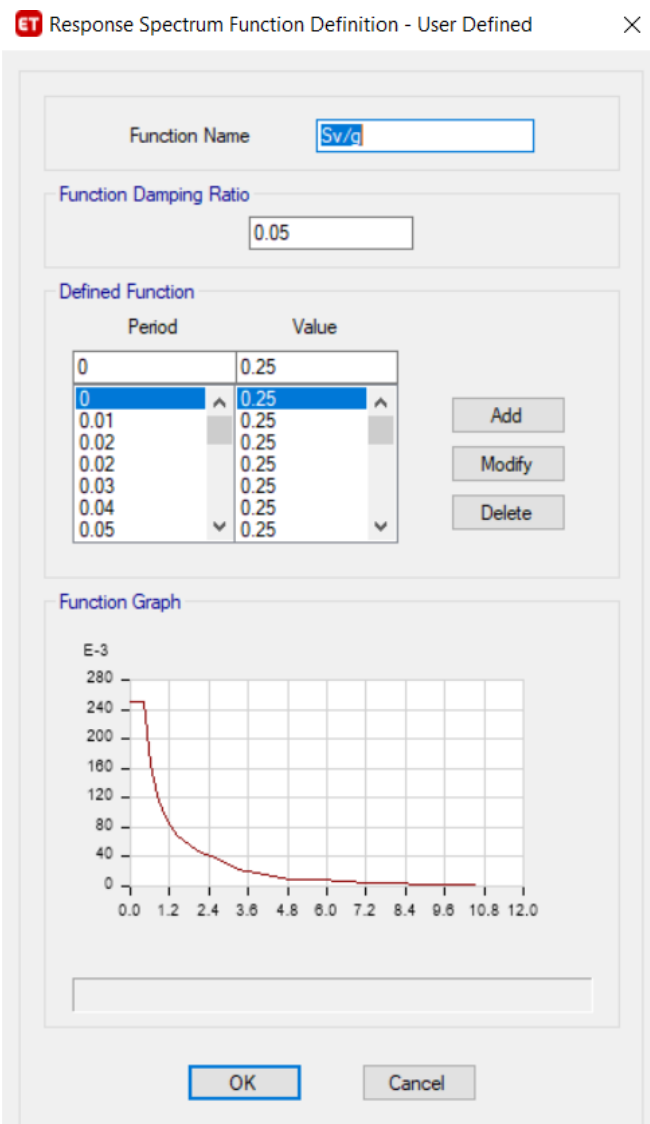
Defined Function

Period	Value
0	0.375
0	0.375
8.000E-03	0.375
0.016	0.375
0.024	0.375
0.032	0.375
0.04	0.375
0.048	0.375

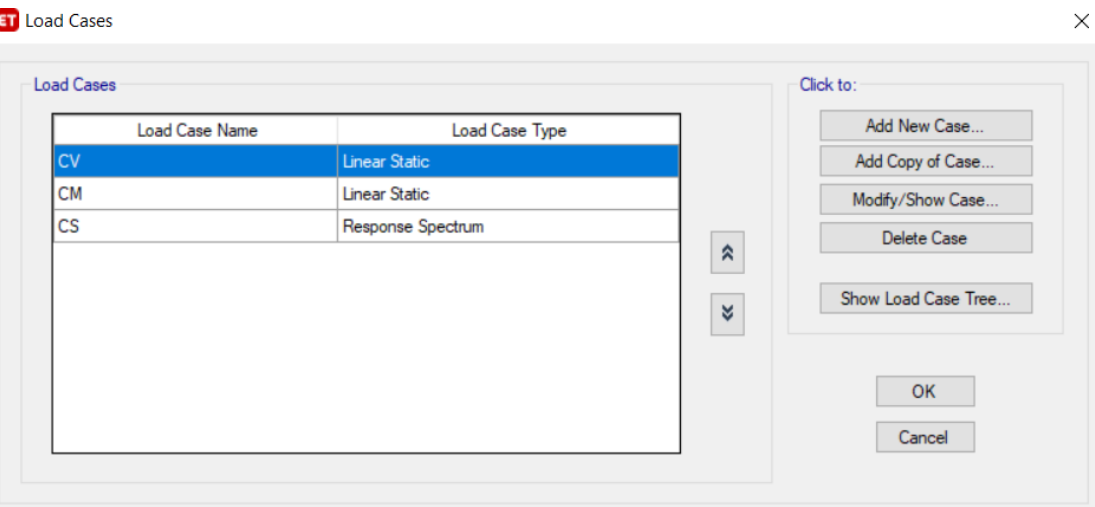
Add
  
Modify
  
Delete

Function Graph

## Espectro de aceleración Vertical



## Definición de los casos de carga



## Caso de carga Viva

67

Load Case Data

General

Load Case Name

LV

Design...

Load Case Type

Linear Static

Notes...

Mass Source

Peso Sismico

Analysis Model

Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☒ Use Preset P-Delta Settings

None

Modify/Show...

☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CVT	1

Add

Delete

OK

Cancel

## Caso de carga Muerta

67

Load Case Data

General

Load Case Name

LM

Design...

Load Case Type

Linear Static

Notes...

Mass Source

Peso Sismico

Analysis Model

Default

P-Delta/Nonlinear Stiffness

☒ Use Preset P-Delta Settings

None

Modify/Show...

☐ Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)

Nonlinear Case

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	SCM	1
Load Pattern	PPE	1

Add

Delete

OK

Cancel

## Caso de carga sísmica

67

Load Case Data

General

Load Case Name

LS

Design...

Load Case Type

Response Spectrum

Notes...

Mass Source

Previous (Peso Sismico)

Analysis Model

Default

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	Sa/g	9.8067
Acceleration	U2	Sa/g	9.8067
Acceleration	U2	Sv/g	9.8067

Add

Delete

☐ Advanced

Other Parameters

Modal Load Case

Modal

Modal Combination Method

CQC

☐ Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1

Rigid Frequency, f2

Periodic + Rigid Type

Earthquake Duration, td

Directional Combination Type

SRSS

Absolute Directional Combination Scale Factor

Modal Damping

Constant at 0.05

Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity

0 for All Diaphragms

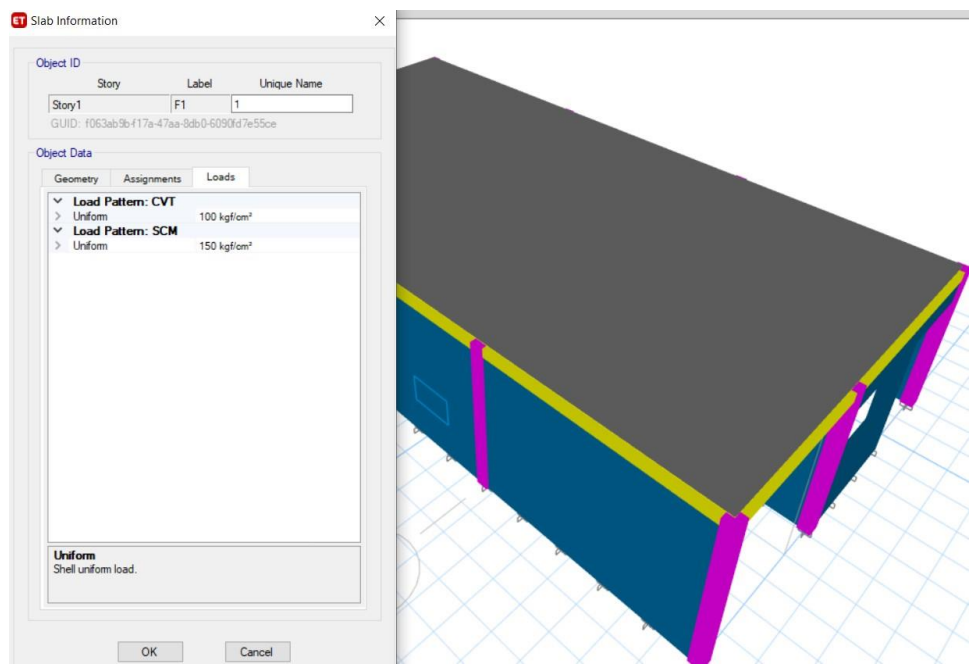
Modify/Show...

OK

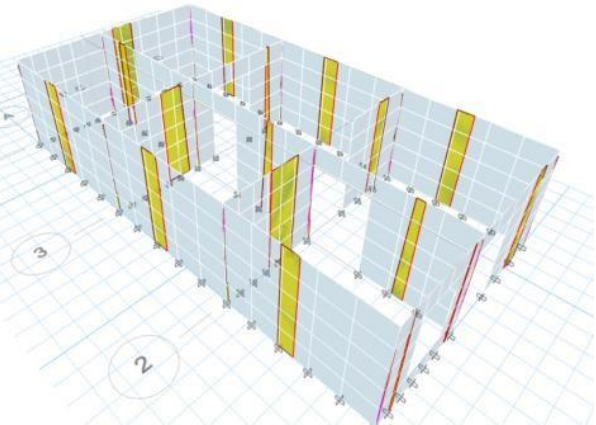
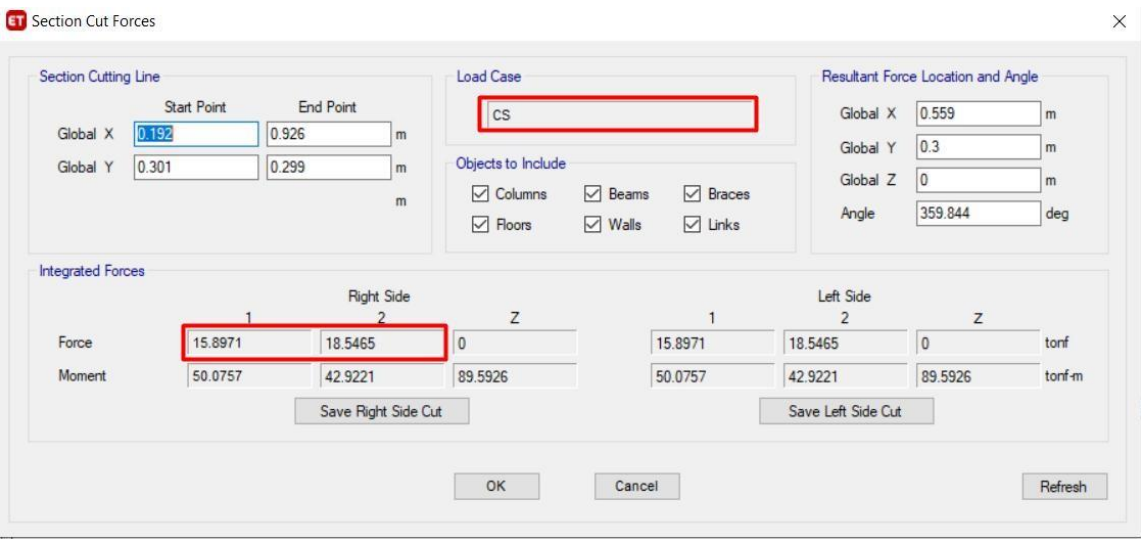
Cancel



# Cargas asignadas a la cubierta ligera



# Resistencia al Corte Vmi



## Fuerza de Cortante teórica por sismo severo vivienda 01

### ANÁLISIS ESTRUCTURAL - NORMA E.030-2018

#### 09. PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN, E.030-2018 (ART. 4.5.4)

ELEMENTO RESISTENTE EN LA DIRECCIÓN CONSIDERADA

PARA EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA Y PARA TODOS LOS EDIFICIOS DE CONCRETO ARMADO DUALES, DE MUROS ESTRUCTURALES, Y MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

CT = 60

ALTURA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN

$h_h = 2.70 \text{ m}$

PERIODO FUNDAMENTA DE VIBRACIÓN

T = 0.045 seg

#### 10. FACTORES DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA "C", E.030-2018 (ART. 2.5)

$T < T_p$  OK  
 $T_p < T < T_L$  N/A  
 $T > T_L$  N/A

$T_p = 0.400 \text{ seg}$   
 $T_L = 2.500 \text{ seg}$   
 $T = 0.045 \text{ seg}$   
 $C = 2.50$   
 $R = 3$

$C/R = 0.833 \geq 0.125$

CUMPLE

#### 11. ESTIMACIÓN DEL PESO SÍMICO "P", E.030-2018 (ART. 4.3)

ELEMENTOS	PESO	%	PESO TOTAL
PESO POR CARGA MUERTA =	58.76 Ton	100%	58.76 Ton
		25%	
PESO POR CARGA VIVA DE TECHO =	7.91 Ton	25%	1.98 Ton
		P =	60.74 Ton

#### 12. FUERZA CORTANTE EN LA BASE, E.030-2018 (ART. 4.5.2)

Z = 0.45  
 U = 1.00  
 C = 2.50  
 S = 1.00

R = 3  
 P = 60.74 Ton  
 V = 22.78 Ton

#### 13. FUERZA CORTANTE MÍNIMA, E.030-2018 (ART. 4.6.4)

REGULARIDAD ESTRUCTURAL = 80% ESTRUCTURA REGULAR 18.22 Ton

$\sum V_{mi x} = 15.89 \text{ ton} > 18.22 \text{ ton}$ , por lo tanto, No cumple con el valor mínimo de cortante teórica y se debe realizar el ajuste correspondiente es esta dirección.

$\sum V_{mi y} = 18.55 \text{ Ton} > V_{EI} = 18.22 \text{ Ton}$ , por lo tanto, Cumple con el valor mínimo de cortante teórica.

### Ajuste correspondiente a la dirección x

$\sum V_{mi\ x} = 18.28 \text{ ton} > 18.22 \text{ ton}$ , por lo tanto, Cumple con el valor mínimo de cortante teórica

$\sum V_{mi\ y} = 18.55 \text{ Ton} > V_{EI} = 18.22 \text{ Ton}$ , por lo tanto, Cumple con el valor mínimo de cortante teórica.

### Control de Figuración

Se debe cumplir la siguiente

expresión  $V_e \leq 0.55 V_m$

Donde:

$V_e$ : Es la fuerza cortante producida por el sismo moderado en el muro en análisis.

V<sub>m</sub>: Es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería Para Valores de bloque de arcilla

$$V_m = 0.5V'_{m.a.t.L} + 0.23P_g$$

CÁLCULO AL AGRIETAMIENTO DIAGONAL			
Descripción	Variable	Valor	Unidad
Resistencia Característica a corte de la albañilería	V'm	8.1	kg/cm <sup>2</sup>
Carga gravitacional de servicio con sobrecarga reducida	P <sub>g</sub>	8.5	kg/cm
Espesor efectivo del muro	t	13	cm
Longitud total del muro	L	420	cm
Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico	V <sub>e</sub>	75.25	kg
Momento flector del muro obtenida del análisis elástico	M <sub>e</sub>	4319.53	kg-cm
Factor de reducción de resistencia al corte por efecto de esbeltez	α	1.00	-
Resistencia al corte	V <sub>m</sub>	22114.955	kg
CONTROL DE FISURACIÓN			
Fuerza cortante del muro obtenida del análisis elástico	V <sub>e</sub>	75.25	kg
	0.5V <sub>m</sub>	12163.2253	kg
		Ok	

## Modos de vibración

Se consideraron los siguientes criterios:

- Todos los modos de vibración que contribuyan significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios períodos de vibración.
- Todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas

Modal Participating Mass Ratios

FileEditFormat-Filter-SortSelectOptions

Units: As NotedHidden Columns: NoSort: None

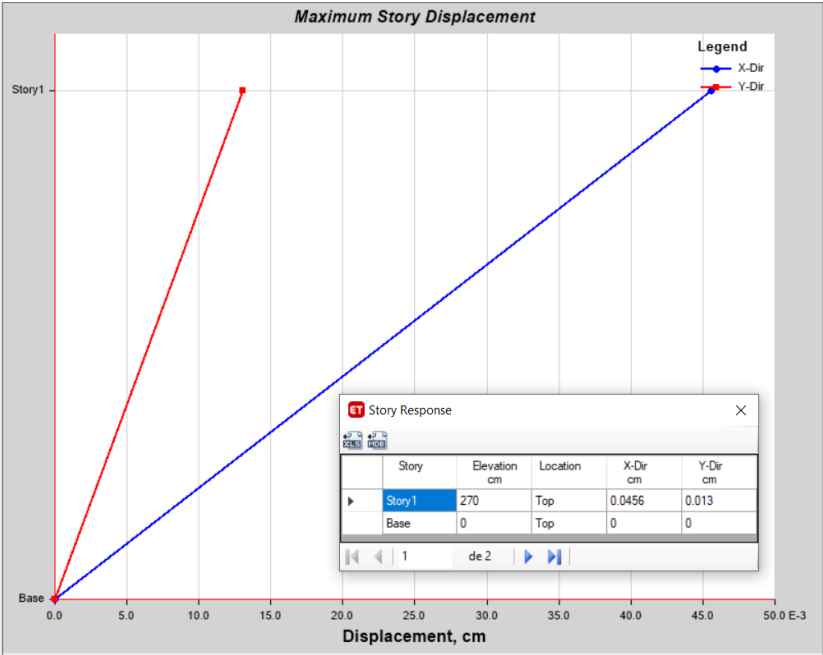
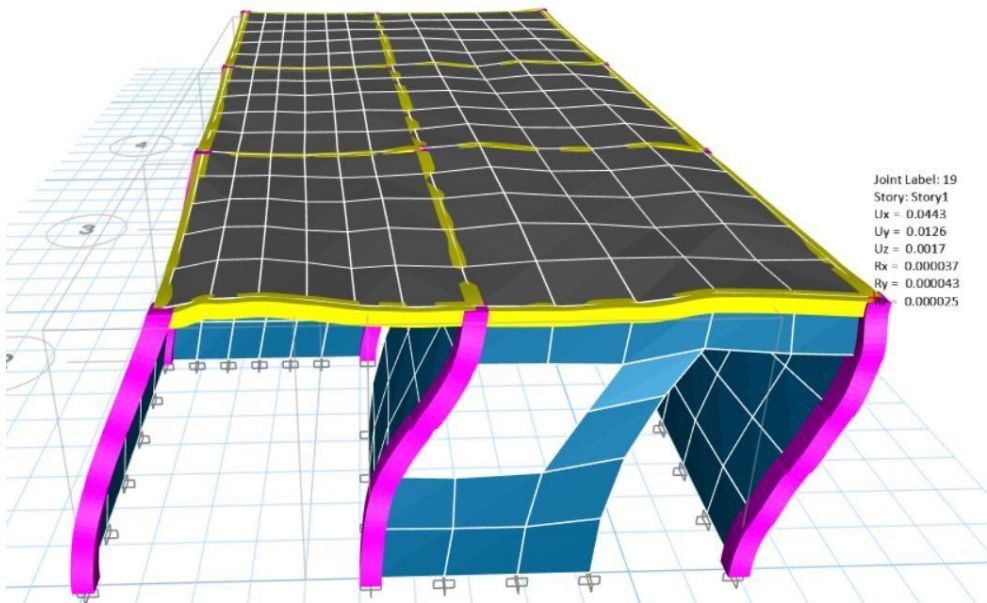
Modal Participating Mass Ratios

	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
▶	Modal	1	0.059	0.8355	1.48E-05	0	0.8355	1.48E-05	0	1.48E-05	0.8355	0.1795	1.48E-05	0.8355	0.1795
	Modal	2	0.034	0.0256	0.8349	0	0.861	0.8349	0	0.8349	0.0256	0.1378	0.8349	0.861	0.3172
	Modal	3	0.033	0.1365	0.1641	0	0.9975	0.999	0	0.1641	0.1365	0.669	0.999	0.9975	0.9862
	Modal	4	0.016	0.0022	9.792E-07	0	0.9997	0.999	0	9.792E-07	0.0022	0.0096	0.999	0.9997	0.9958
	Modal	5	0.011	3.864E-06	4.438E-05	0	0.9997	0.999	0	4.438E-05	3.864E-06	1.859E-05	0.999	0.9997	0.9958
	Modal	6	0.011	3.433E-05	2.243E-06	0	0.9997	0.999	0	2.243E-06	3.433E-05	0.0038	0.999	0.9997	0.9996
	Modal	7	0.008	0	0.0002	0	0.9997	0.9992	0	0.0002	0	3.579E-06	0.9992	0.9997	0.9996
	Modal	8	0.008	0.0001	2.634E-05	0	0.9998	0.9993	0	2.634E-05	0.0001	0.0001	0.9993	0.9998	0.9997
	Modal	9	0.008	2.972E-05	0.0004	0	0.9999	0.9997	0	0.0004	2.972E-05	2.007E-05	0.9997	0.9999	0.9997
	Modal	10	0.007	1.683E-05	7.877E-06	0	0.9999	0.9997	0	7.877E-06	1.683E-05	5.116E-06	0.9997	0.9999	0.9997
	Modal	11	0.007	2.254E-06	1.331E-05	0	0.9999	0.9997	0	1.331E-05	2.254E-06	1.211E-05	0.9997	0.9999	0.9998
	Modal	12	0.006	9.524E-06	8.928E-07	0	0.9999	0.9997	0	8.928E-07	9.524E-06	6.494E-06	0.9997	0.9999	0.9998
	Modal	13	0.006	2.341E-05	1.348E-05	0	0.9999	0.9997	0	1.348E-05	2.341E-05	0.0001	0.9997	0.9999	0.9999

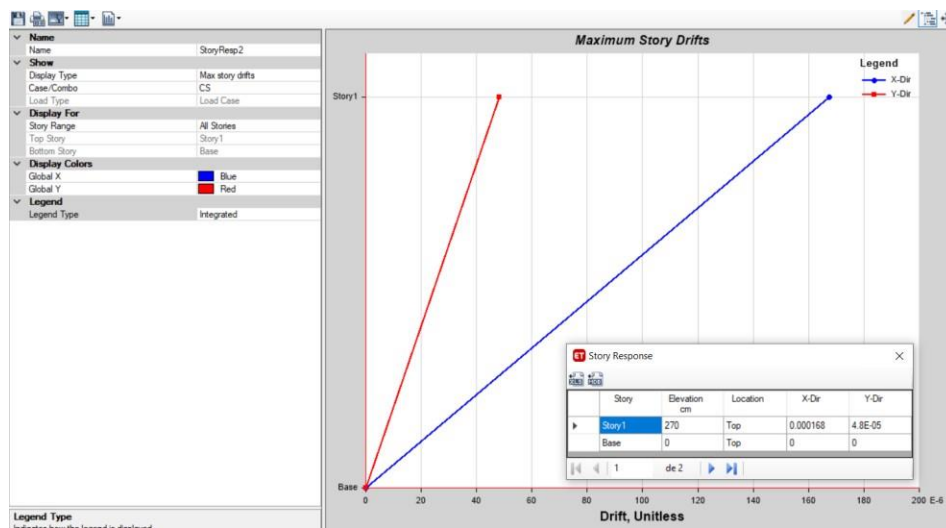
Los resultados obtenidos son correctos ya que se alcance más del 90% de la masa participante en cada dirección en el Modo 3

Además, se puede observar, que se observa torsión en el primer modo por lo que la estructura está sometida a un momento torsional del 17.95% de la masa participativa.

Desplazamientos máximos



## Distorsión máxima



Las distorsiones obtenidas en ambas direcciones no son superiores al límite máximo establecido por la norma para el sistema de albañilería confinada igual a 0.005.

## Cálculo de carga sísmica sobre el muro de albañilería

Se seleccionó un tramo del muro de longitud crítica igual a 4.3m.

CÁLCULO DE CARGA SISMICA SOBRE EL MURO DE ALBAÑILERIA			
Factor de zona	Z	0.45	-
Factor de importancia	U	1	-
Coeficiente sísmico	C1	2	-
Espesor del muro	e	0.13	m
Peso volumétrico de la albañilería	Y	1800	kg/m <sup>3</sup>
Carga Sísmica uniformemente distribuida sobre el muro	W	168.48	kg/m
CÁLCULO DE MOMENTO FLECTOR DISTRIBUIDO POR UNIDAD DE LONGITUD			
Dimensión crítica	a	4.3	m
Dimensión corta	b	2.7	m
Razón	a/b	1.593	-
Coeficiente de momento para muros con cuatro bordes arriostrados	m	0.0862	-
Momento Flector	Ms	268.529826	kg-m
El Momento Resistente	Mr	28.7789931	kg-m
Ms > Mr por lo tanto el muro es Inestable			

## Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

### Análisis sísmico: Cálculo de la densidad de muros

Se realiza el cálculo sísmico de las viviendas informales. Para la verificación de la densidad de muros, se tomó como referencia a la Vivienda N° 4.

Se ha hecho una suposición, para determinar el área de muros que debe tener cada vivienda, la fuerza cortante basal actuante, producto de un sismo extraño, donde el cociente entre el área requerida o necesaria de muros debe ser  $\leq$  que la sumatoria de las fuerzas de corte resistente de muros dividida entre el área existente de muros confinados, (ver la fórmula 4.2):

$$\frac{V}{A_m} = \frac{\sum VR}{A_e} \dots (3.1)$$

Siendo:

$A_m$ =Área requerida de muros ( $mm^2$ ).

$V$ = Fuerza cortante basal actuante (KN).

$A_e$ =Área existente de muros confinados ( $mm^2$ ).

$VR$ = Fuerza de corte resistente de los muros (KN).

Según la Norma E 030 la fuerza de la cortante basal se calcula como:

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * P \dots (3.2)$$

donde:

$Z$  = Factor Zona =  $Z = 0.45$ (Zona 4)

$U = 1$  = Factor de uso para viviendas

$S$  = Factor de suelo

Suelo rígido =1.0

Suelo intermedio =1.20

Suelo flexible =1.4

C = Factor de ampliación sísmica = 2.5

R = Factor de reducción por ductilidad = 3

P = Peso de la estructura (KN)

Se asume que el peso está en función al área techada para hallar el peso P, que para viviendas de albañilería confinada se asume aproximadamente 8 KN/m.

$$P = A_{tt} \cdot \gamma \dots (3.4)$$

Por lo tanto:

$\gamma = 8 \text{ KN/m}^2$

$A_{tt}$  = suma de todas las áreas techadas de todos los pisos de la vivienda (m<sup>2</sup>)

$\gamma = 8 \text{ KN/m}^2$

$A_{tt} = 96.7 \text{ m}^2$

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot C}{R} \cdot P = \frac{0.45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2.5 \cdot 8 \cdot 96.7}{3.00} = 290.1 \text{ KN}$$

$$A_r = \frac{Z \cdot S \cdot A_{tt} \cdot \gamma}{300} = \frac{0.45 \cdot 1 \cdot 96.7 \cdot 8}{300} = 1.16 \text{ m}^2$$

Con estos resultados obtenidos se tiene:

Análisis en el sentido "x":

Siendo  $A_e = 0.6 \text{ m}^2$  y el  $A_r = 1.16 \text{ m}^2$

$$\frac{A_e}{A_r} = \frac{0.6}{1.16} = 0.52 \leq 0.80 ; \text{ se concluye, que no presenta una adecuada densidad de muros la vivienda.}$$

Análisis en el sentido "y":

$$\frac{A_e}{A_r} = \frac{3.60}{1.16} = 3.10 \geq 1.1 ; \text{ se concluye, que la vivienda tiene una adecuada densidad de muros.}$$



La división entre  $A_e/A_r$  se calificó de acuerdo a la siguiente jerarquía de valores:

- Si  $A_e/A_r \leq 0.80$ , se concluye que no presenta adecuada densidad de muros la vivienda.
- $A_e/A_r \geq 0.80$ , se asume que la vivienda presenta adecuada densidad de muros.
- Si  $0.8 < A_e/A_r < 1.1$ , se necesita calcular con más detalle la cortante actuante ( $V$ ) y la suma de fuerzas cortantes resistente de los muros de la vivienda ( $\Sigma V$ ).

#### Estabilidad de muros al volteo

Los muros no portantes son los parapetos, tabiques y cercos de las viviendas. Estos muros se construyen para aguantar o soportar cargas provenientes de su propio peso.

Para calcular la estabilidad al volteo de un determinado tabique se compara el momento actuante debido al sismo  $MM_{aa}$  y  $MM_{rr}$  que actúa en el tabique.

Para calcular el  $MM_{aa}$  (momento actuante), primero se estable la carga sísmica  $V$  que actúa perpendicular al plano del muro durante un movimiento sísmico:

$$V = Z * U * C_1 * P \dots (3.5)$$

$V$  se expresa en KN/m<sup>2</sup>.

donde:

$U$ = Factor de uso (para viviendas=1)

$C_1$ = Coeficiente sísmico

$Z$ = Factor de zona

$P$ = Peso del muro por unidad de área del plano del muro (KN/m<sup>2</sup>)

El “ $P$ ” se halla de la siguiente manera:

$$P = \gamma_m \times t \dots (3.6) \quad \text{en KN/m}^2.$$

Se asume:

$\gamma_m$  = Peso específico del muro

Para muro de ladrillo pandereta  $\gamma_m = 14 \text{ KN/m}^3$

Para muro de ladrillo macizo  $\gamma_m = 18 \text{ KN/m}^3$

$t$  = Espesor del muro (m)

De acuerdo a la Norma E.0.30, los valores de  $C_1$ :

$C_1=0.6$ : cercos

$C_1=0.9$ : tabiques

$C_1=1.3$ : parapetos

El momento actuante perpendicular al plano del muro está dado por la siguiente ecuación:

$$M_a = m \cdot V \cdot a^2 \dots (3.7) \quad M_a \text{ expresado en KN-m/ml}$$

donde:

$a$ : Dimensión crítica (m)

$V$ : carga sísmica perpendicular

$m$ : coeficiente de momentos

Según la Norma E070 de albañilería los valores de dimensión crítica y coeficiente de momentos:

• Muro con 4 bordes arriostrados ver Figura N° 16:

$b/a$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	$\infty$
$m$	0.0479	0.0627	0.755	0.0862	0.0948	0.1017	0.1180	0.125

$a$  = menor dimensión

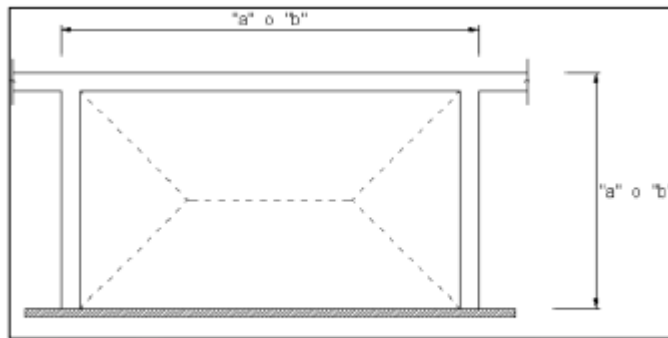


Figura N° 24. Muro con los 4 muros arriostrados

Muros con 3 bordes arriostrados ver Figura N° 17:

b/a	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	$\infty$
m	0.06	0.074	0.087	0.097	0.106	0.112	0.128	0.132	0.133

a = Longitud del borde libre

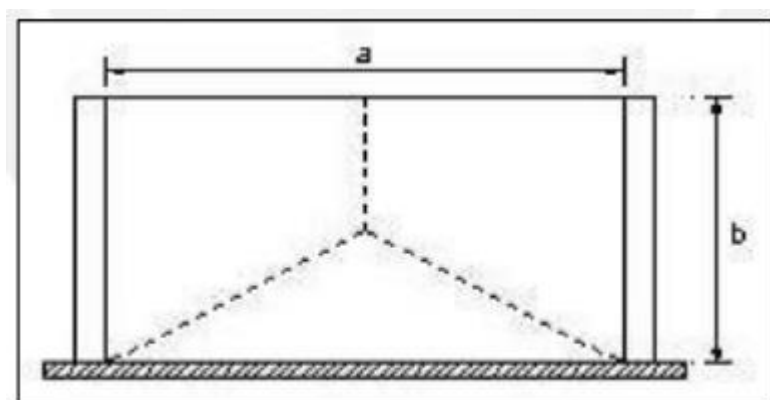


Figura N° 25. Muro con 3 bordes arriostrados

Muro en voladizo

m = 0.5

a = Altura de muro

• Muro arriostrado en sus bordes horizontales

m = 0.125

a = Altura de muro

Reemplazamos la ecuación (4.14) en (4.15) se tiene:

$$M_a = Z * U * C_1 * P * m * a^2$$

donde:

$$\gamma m = 18 \text{ KN/ m}^3$$

$$t = 0.13 \text{ m}$$

$$a = 3.00 \text{ m}$$

$$m = 0.125 \text{ (se usa para arriostres en muros en sus bordes horizontales)}$$

$$\text{Muro M1: } Ma = 0.45 * 1.00 * 0.9 * 18 * 0.13 * 0.125 * 3 = 1.07 \text{ KN-m/m}$$

El  $MM_{rr}$  (Momento resistente) se halla por metro de longitud de muro de la siguiente manera:

$$M_r = 16.7 t^2 \dots (3.7) \quad \text{en KN-m/m}$$

Si  $Ma \leq Mr$ , si el  $MM_{aa}$  es menor que el momento resistente ( $Mr$ ), entonces el muro es estable.

Si  $Ma \geq Mr$ , el momento actuante es mayor que el momento resistente, por lo tanto, el muro es inestable.

Luego:

$$M_r = 16.7 * 0.13^2 = 0.28 \text{ kN-m/m}$$

Muro M2: Muro con 3 bordes arriostrados

$$a = 3.80 \text{ m}$$

$$b = 2.80 \text{ m}$$

$$m = 0.087$$

$$M_a = 0.45 * 1.00 * 0.9 * 18 * 0.13 * 0.087 * 3.80^2 = 1.19 \text{ kN-m/m}$$

$$M_r = 16.7 * 0.13^2 = 0.28 \text{ kN-m/m}$$

por lo tanto:

$Ma \geq Mr$ ;  $1.19 \geq 0.28$ , por lo tanto, el muro M2 es inestable.

### Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

Los parámetros para el cálculo están en función de vulnerabilidad no estructural y estructural.

Los parámetros son calidad de materiales y mano de obra, la densidad de muros y parapetos y tabiquería.

A cada uno de los parámetros se les asigna valores numéricos y una calificación, así como también un porcentaje de participación. Ver Tabla 13:

**Tabla N° 13. Cuadro de parámetros**

Vulnerabilidad Sísmica					
V. Estructural				V. No estructural	
(60%) Densidad		(30%) Manos de obra y materiales		(10%) Tabiquería y parapetos	
Inadecuada	3	Mala calidad	3	Todos inestables	3
Aceptable	2	Regular calidad	2	Algunos estables	2
Adecuada	1	Buena calidad	1	Todos estables	1

Fuente: (Tarque y Mosqueira, 2005).

La densidad de muros influye en un 60% porque se calcula en las fichas de reporte, la calidad de los materiales y mano de obra incide en un 30%, ya que depende mucho del análisis visual y el criterio del encuestador, los tabiques y parapetos se ha considerado un 10% de incidencia. La asignación de valores se reemplaza en la ecuación (4.16) para calcular la:

$$\text{Vulnerabilidad Sísmica} = 0.6 * \text{Densidad de muros} + 0.3 * \text{Mano de obra} + 0.10 * \text{Estabilidad de muros} \dots (4.17)$$

**Tabla N° 12.** Rango numérico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad Sísmica	Rango
Baja	1.0 - 1.4
Media	1.5 - 2.10
Alta	2.2 – 3.0

Fuente: (Mosqueira, 2012)

Por ejemplo, para el análisis de la vivienda N° 4:

Densidad = Inadecuada = 3

Mano de obra = Regular calidad = 2

Parapetos y Tabiques = Todos inestables = 3

Vulnerabilidad sísmica =  $0.6 \times 3 + 0.3 \times 2 + 0.10 \times 3 = 2.7$

Entonces de acuerdo a el cálculo realizado con los datos tomados de la Vivienda N° 4, clasificándolo según el cuadro de rangos obtenemos vulnerabilidad **Alta**.

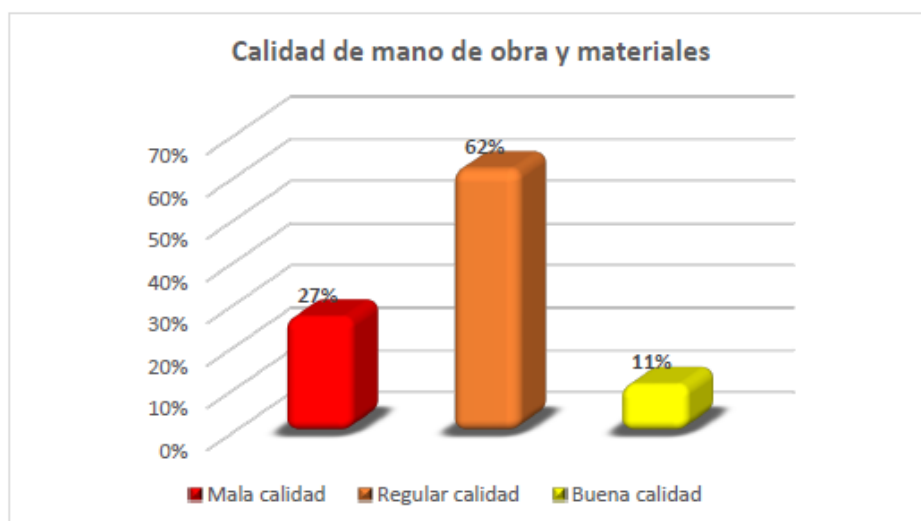
## 4.2. RESULTADOS

### Calidad de materiales y mano de obra.

**Tabla N° 13.** Calidad de materiales y mano de obra

Mano de obra y materiales	Viviendas Inspeccionadas	# viviendas	% de v.
Mala calidad	37	10	27%
Regular calidad	37	23	62%
Buena calidad	37	4	11%
Total	37	37	100%

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 35.** Materiales y calidad de mano de obra

Interpretación: En la tabla N° 13 y del grafico N° 35, se tiene que el 62% de las viviendas presentan regular calidad de mano de obra y un 27% presenta mala calidad, esto se debe a que a la hora de construir no se toma en cuenta el asesoramiento de un profesional. Se acepta la hipótesis porque de la evaluación realizada, la mala y regular calidad de materiales y mano de obra es de 89%, siendo así la mano de obra deficiente.

### Densidad de muros

**Tabla N° 14.** Densidad de muros

Densidad de muros	Viviendas Inspeccionadas	# viviendas	% de viviendas
Adecuada	37	11	30%
Aceptable	37	0	0%
Inadecuada	37	26	70%
Total	37	37	100%

Fuente: Elaboración propia



**Figura N° 36.** Densidad de muros

Interpretación: De la tabla N°14 y la figura N°36, se puede interpretar que el 70% de viviendas tiene una densidad inadecuada, ya que se analizó en ambas direcciones lo cual mediante cálculos se puede determinar si tiene una adecuada, aceptable o inadecuada densidad, entretanto el 30% presenta una adecuada densidad de muros. Se acepta la hipótesis porque dado que el 70% tiene densidad inadecuada, siendo así la densidad de muros deficiente.

### Estabilidad de muros al volteo

**Tabla N° 15.** Estabilidad de muros al volteo

Estabilidad de muros al volteo	Viviendas Inspeccionadas	# viviendas	% de vivien.
Todos estables	37	6	15%
Algunos inestables	37	26	70%
Todos inestables	37	5	15%
Total	37	37	100%





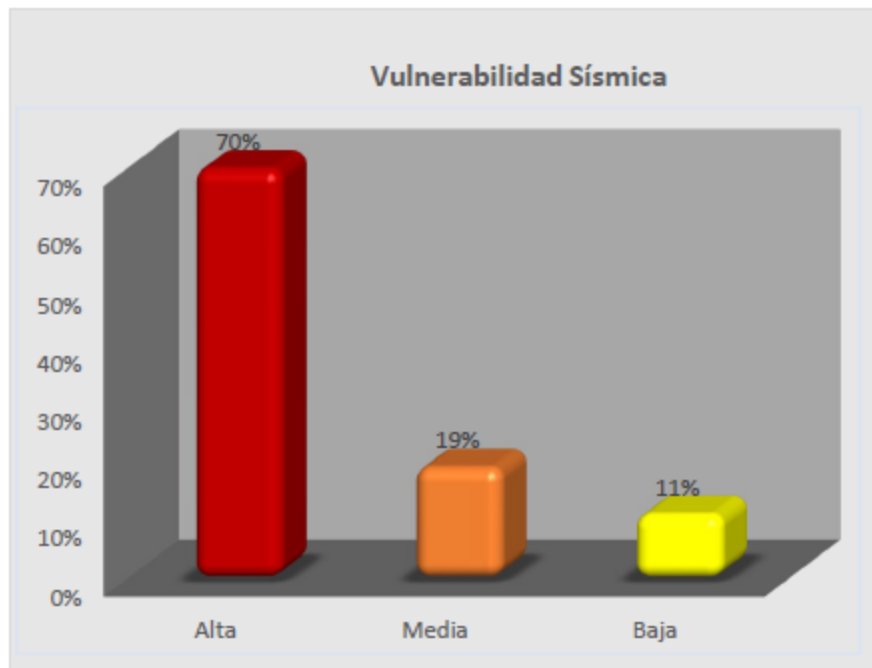
**Figura N° 37.** Estabilidad de muros al volteo

**Interpretación:** De la tabla N° 15 y la Figura N° 37, se puede deducir que algunas viviendas con un porcentaje de 70% presentan algunos muros estables, un 15% de viviendas presentan muros estables y otro 15% muros inestables. Se acepta la hipótesis porque dado que el 85% tiene mayor inestabilidad, siendo así la estabilidad de muros deficiente.

### Vulnerabilidad sísmica

**Tabla N° 16.** Vulnerabilidad sísmica

Vulnerabilidad sísmica	Viviendas Inspeccionadas	# viviendas	% de viviendas
Alta	37	26	70%
Media	37	7	19%
Baja	37	4	11%
Total	37	37	100%



**Figura N° 38.** Vulnerabilidad sísmica

**Interpretación:** De la tabla N° 16 y de la figura N° 38, por intermedio de la estabilidad de muros y densidad de muros se calcula la vulnerabilidad sísmica que nos resulta alta con un 70%, 19% presentan vulnerabilidad media y 11% vulnerabilidad baja. Se acepta la hipótesis porque dado que el 70% de la vulnerabilidad sísmica es alta.

## **V: DISCUSIÓN**

## **CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA.**

En el presente trabajo, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis por conocer la calidad de mano de obra de las viviendas autoconstruidas, se tiene un porcentaje de calidad de mano de obra, se tiene que el 62% de las viviendas presentan regular calidad de mano de obra y un 27% presenta mala calidad. Por otra parte, Laucata (2013), tiene un porcentaje de calidad de mano de obra, se tiene que el 77% de las viviendas presentan regular calidad de mano de obra y un 20% presenta mala calidad, estos resultados son similares por que las viviendas informales generalmente se encuentran construidas con deficiente calidad de materiales y mano de obra.

## **DENSIDAD DE MUROS.**

En la presente investigación, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis por conocer la densidad de muros de las viviendas autoconstruidas, se tiene un porcentaje de acuerdo a la densidad de muros, se obtiene que el 70% de viviendas tiene una densidad inadecuada y el 30% presenta una adecuada densidad de muros. Por otra parte, Valverde (2017) en su trabajo tiene un porcentaje de densidad de muros, se obtiene que el 68% de viviendas tiene una densidad inadecuada y el 32% presenta una adecuada densidad de muros, estos resultados son similares por que las viviendas informales generalmente se encuentran construidas con inadecuada densidad de muros.

## **ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO.**

En el presente trabajo, de acuerdo a los resultados obtenidos en columnas, en el análisis por conocer la estabilidad de muros al volteo de las viviendas autoconstruidas, se puede deducir que algunas viviendas con un porcentaje de 70% presentan algunos muros estables, un 15% de viviendas presentan muros estables y otro 15% muros inestables. Por otra parte, Paucar (2018), se puede deducir que algunas viviendas con un porcentaje

de 40% presentan algunos muros estables, un 15% de viviendas presentan muros estables y otro 55% muros inestables, estos resultados son similares por que las viviendas informales generalmente se encuentran construidas con deficiente estabilidad de muros.

## **VI: CONCLUSIONES**

## **CONCLUSIONES**

### **CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA.**

Se ha determinado que en la construcción informal de viviendas de albañilería confinada presenta mayor riesgo sísmico en relación a que sea deficiente la calidad de materiales y mano de obra según en la tabla N° 13 y del grafico N° 35, se obtuvo que el 62% de las viviendas presentan regular calidad de mano de obra y un 27% presenta mala calidad. Por lo tanto, las viviendas autoconstruidas presentan alto riesgo sísmico.

### **DENSIDAD DE MUROS.**

Se ha determinado que en la construcción informal de viviendas de albañilería confinadas presenta mayor riesgo sísmico en relación a la deficiente densidad de muros porque en la tabla N°14 y la figura N°36, el 70% y el 30% presenta una adecuada densidad de muros. Por lo tanto, las viviendas autoconstruidas presentan alto riesgo sísmico.

### **ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO.**

Se ha determinado que en la construcción informal de viviendas de albañilería confinadas presenta mayor riesgo sísmico en relación a la deficiente estabilidad de muros al volteo porque según la tabla N° 15 y la Figura N° 37, se puede deducir que algunas viviendas con un porcentaje de 70% presentan algunos muros estables, un 15% de viviendas presentan muros estables y otro 15% muros inestables. Por lo tanto, las viviendas autoconstruidas presentan alto riesgo sísmico.

Las viviendas informales del distrito de Los Olivos, AAHH Juan Pablo II, tienen un alto nivel de vulnerabilidad sísmica, el cual asciende en un 70%, lo cual la clasifica en un nivel de riesgo Alto, aproximándose a 26 viviendas con riesgo sísmico alto de un total

de 37 viviendas inspeccionadas. Esto se debe a que presentan un déficit en cuanto a la calidad de materiales y mano de obra, la deficiencia en densidad de muros, y la estabilidad de muros al volteo, un peligro sísmico alto y vulnerabilidad sísmica alta, por ende, se puede concluir que la gran parte de viviendas podrían sufrir daños estructurales severos si se produce un sismo de regular magnitud.



## **VII: RECOMENDACIONES**

## RECOMENDACIONES

- Para controlar la deficiencia de la densidad de muros se recomienda analizar los muros existentes, a su vez los muros mínimos, tal y como indica la norma, ello se debe para que puedan ser los adecuados para resistir al corte que ocasiona un movimiento telúrico, cuya aceleración máxima es de 0.45g. Se realiza una rectificación en la primera planta porque soporta la carga sísmica de los siguientes pisos.
- Para la calidad de materiales y mano de obra se recomienda contar con un especialista, que tenga conocimiento técnico para poder llevar a cabo la selección de materiales de calidad, asimismo la mano de obra.
- Para la estabilidad de muros al volteo se recomienda para futuras investigaciones, implementar el análisis de estabilidad y confiabilidad por deformación y asentamiento. Para el caso certero de una vivienda, se recomienda orientar a aquellas personas que construirán sus viviendas sin alguna supervisión técnica, brindar asesorías sobre riesgos que puedan tener a largo plazo, dado que sus viviendas pueden ser severamente afectadas ante el fenómeno de un sismo.

## REFERENCIAS

## REFERENCIAS

1. BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. Tercera edición PEARSON EDUCATION, Colombia, 2010. [en línea] [fecha de consulta: 18 de mayo 2020] Disponible en: <https://www.soloejemplos.com/ejemplos-de-justificacion-teorica-practica-ymetodologica/?replytocom=1083#respond>.
2. BLONDET, DUEÑAS, LOAIZA and FLORES. *Seismic Vulnerability Of Informal Construcción Dwellings In Lima, Peru: Preliminary Diagnosis*. Scientific document that contributes to the analysis of informal housing [online]. August 2017, Vol. 1-6, No. 2122, [date of consultation: April 15, 2020]. Available at [http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_2122.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2122.pdf)
3. CENTRA, LYNN, POELO, ANDRAE, MAHIN, AND THOUJAS. *Seismic Evaluation of Existing Reinforced Concrete Building Columns*. American magazine of civil [online]. November 2015, Vol. 12, No. 4, [date of consultation: April 18, 2020]. Available at <https://www.earthquakespectra.org/doi/abs/10.1193/1.1585907> ISSN: 715-739.
4. CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES, Sismo [en línea] [fecha de consulta: 23 Octubre 2020], Disponible en: [http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto\\_s.pdf](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/377/1/images/folleto_s.pdf)
5. CORREIA, ROCHA, LOURENCO, VASCONCELOS and VARUM. *Seismic-V: Vernacular seismic culture in Portugal*. Scientific article on architecture in buildings [online]. September 2014, Vol. 63, N°. 523, [date of consultation: April 20, 2020]. Available at <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/26480/1/Correia%20et%20al..pdf> ISBN: 978-1-138-00083-4
6. DELGADO FUENTES, Rodrigo. *Aspectos constructivos para la autoconstrucción de la ampliación de viviendas en el proyecto elemental Valdivia*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Austral de Chile, 2016. [fecha de consulta: 18 de mayo 2020] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcd352a/doc/bmfcd352a.pdf>

7. GANTON, NIELSON AND ROCHES. *Analytical Seismic Fragility Curves for Typical Bridges in the Central and Southeastern United States*. American magazine of civil engineering [online]. August 2014, Vol. 23, N°3. [date of consultation: May 2, 2020]. Available at <https://www.earthquakespectra.org/doi/abs/10.1193/1.2756815> ISSN: 615-633.
8. GIRALDO PALMA, María. *Mejoramiento de Procesos Constructivos de una Edificación a Partir de Simulación Digital y Videos Time Lapse*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Javeriana, 2013. [fecha de consulta: 06 de mayo 2020] Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/2545/EcheverryHoyosJuanDiego2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. GUTIERREZ. *Notes On The Seismic Adequacy Of Vernacular Buildings. Scientific article about earthquake engineering* [online]. August 2016, N°. 5011, [date of consultation: May 12, 2020]. Available at [http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13\\_5011.pdf](http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_5011.pdf) ISBN: 2215620
10. INDIGER. Gestión de riesgo [en línea][fecha de consulta: 12 de octubre 2020] Disponible en: <http://www.idiger.gov.co/rsismico>
11. INEI. Manual básico para la estimación del riesgo 2006 [en línea][fecha de consulta: 12 de setiembre 2020] Disponible en: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319-contenido.pdf>
12. KERSTIN, Lang. *Seismic vulnerability of existing buildings: Institute of Structural Engineering*, 2016. [fecha de consulta: 27 de mayo 2020] Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=EF\\_OKenAizEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Seismic+vulnerability+of+existing+buildings&ots=oM\\_sahU2DI&sig=xicQRXHJH4UN8lUf-Liq9Gb-il#v=onepage&q=Seismic%20vulnerability%20of%20existing%20building&s&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=EF_OKenAizEC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Seismic+vulnerability+of+existing+buildings&ots=oM_sahU2DI&sig=xicQRXHJH4UN8lUf-Liq9Gb-il#v=onepage&q=Seismic%20vulnerability%20of%20existing%20building&s&f=false)
13. KUROIWA, Julio. Reducción de desastres viviendo en armonía con la naturaleza. 1ª. ed. Lima, Perú: Quebecor World Perú S.A. [fecha de consulta: 18

de setiembre 2020] ISBN: 9972-9477-0-X

14. LAUCATA LUNA, Johan. *Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las Viviendas informales en la ciudad de Trujillo*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. [fecha de consulta: 25 de mayo 2020] Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/LAUCATA\\_JOHAN\\_ANALISIS\\_VULNERABILIDAD\\_SISMICA\\_VIVIENDAS\\_INFORMALES\\_CIUADAD\\_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4967/LAUCATA_JOHAN_ANALISIS_VULNERABILIDAD_SISMICA_VIVIENDAS_INFORMALES_CIUADAD_TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
15. LLANOS LÓPEZ, Lina. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de escuelas públicas de Cali: una propuesta metodológica*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad del Valle, 2014. [fecha de consulta: 09 de mayo 2020] Disponible en: [https://www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva\\_escuelas/informe\\_final.pdf](https://www.osso.org.co/docu/tesis/2003/eva_escuelas/informe_final.pdf)
16. LÓPEZ, Alfonso y VILLACAÑAS, Julio. Metodología simplificada para el análisis del riesgo sísmico. Física de la tierra, 11:269-284, 1999. ISSN: 0214- 4557
17. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Lima). NCh 1825: Decreto Supremo Que Modifica La Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” Del Reglamento Nacional De Edificaciones. Lima: INN, 2016, 5 pp.
18. MOSQUEIRA MORENO, Miguel y TARQUE RUIZ Sabino. *Recomendaciones Técnicas para Mejorar la Seguridad Sísmica de Viviendas de Albañilería Confinada de la Costa Peruana*, [en línea]. Tesis para obtener el grado académico de magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. [fecha de consulta: 27 de abril 2020] Disponible en: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/850/MOSQUEIRA\\_MORENO\\_MIGUEL\\_SEGURIDAD\\_SISMICA\\_COSTA\\_PERUANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/850/MOSQUEIRA_MORENO_MIGUEL_SEGURIDAD_SISMICA_COSTA_PERUANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
19. Muestreo probabilístico y no probabilístico [Redacción de blog]. Perú: Ochoa, C., (27 de febrero de 2015). [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2020]. Recuperado de: <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-probabilistico-o-no-probabilistico-ii>

20. MURAT, NILUFER and DURAK. *Flood disaster vulnerability in informal settlements in Bursa, Turkey. Scientific article of seismic hazards* [online]. September 2013. Vol. 25, N° 443, [date of consultation: April 25, 2020]. Available at <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0956247813501134#> ISBN: 463-443
21. MVCS. Plan Nacional de Vivienda 2006 – 2015. Vivienda para todos. [en línea][fecha de consulta: 22 de setiembre agosto]. Disponible en: <http://www.vivienda.gob.pe/transparencia/documentos/varios/pnv.pdf>
22. NTE-0.30. 2016. *Normas Técnicas de Edificaciones E0.30- Diseño sismoresistente*. Lima : s.n., 2016.
23. NTE-0.70. 2006. *Norma Técnica de Edificaciones 0.70 - Albañilería*. Lima : s.n., 2006.
24. NTE-A020. 2006. *Norma Técnica de Edificaciones*. Lima - Perú : Ministerio de Vivienda, construcción y Saneamiento, 2006.
25. NTP-060. 2009. *Normas Técnicas de Edificaciones E060 - Concreto Armado*. Lima : s.n., 2009.
26. “Objetivos de investigación”. [Significados en un blog]. En: Significados.com, (5 de febrero del 2017). [Fecha de consulta: 29 de abril del 2020]. Recuperado de: <https://www.significados.com/objetivo-de-investigacion/>
27. OCHOA ZAMALLOA, Ángel. *Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana*. Tesis (Ingeniero Geográfico). Pucusana: Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, 2012. [fecha de consulta: 29 de mayo 2020] Disponible en: [https://scts.igp.gob.pe/sites/scts.igp.gob.pe/files/Unidad-Sismologia/PUBLICACIONES/04-tesis/15-tavera\\_Ochoa\\_2012.pdf](https://scts.igp.gob.pe/sites/scts.igp.gob.pe/files/Unidad-Sismologia/PUBLICACIONES/04-tesis/15-tavera_Ochoa_2012.pdf)
28. PAUCAR RODRIGUEZ, Juan. *Riesgo sísmico de las viviendas autoconstruidas en la urbanización la libertad en el distrito de Lurigancho Chosica*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2018. [fecha de consulta: 14 de mayo 2020] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/24361?locale-attribute=es>
29. PORTER, K. Seismic Vulnerability. In *Earthquake Engineering Handbook*, CRC

[date of consultation: June 25, 2020]. Available at <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0956247813501134#Press>.

30. QUINTO QUISPE, Kelvin. *Riesgo sísmico de las viviendas de albañilería confinada del Jirón la Reforma – Independencia, Lima 2018*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2018. [fecha de consulta: 20 de mayo 2020] Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36403?locale-attribute=en>
31. RAMIREZ de Alba, H., PICHARDO Lewenstein, B. y Arzate Cruz, S. P. (2007). Estimación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas en zonas urbanas. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY [en línea]. 9 de febrero del 2007. [Fecha de consulta :01 de mayo del 2020]. 11-1. pp.13-23. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46711102.pdf> ISSN:1665-529X
32. ROJAS YAURIVILCA, Yudy. *Análisis del riesgo sísmico en las edificaciones informales en el sector 5 lado este de Chupaca*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana Los Andes, 2017. [fecha de consulta: 18 de mayo 2020] Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/284/YUDY%20MELI%20SSA%20ROJAS%20YAURIVILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
33. SANTOS QUISPE, Danny. *Análisis de la vulnerabilidad sísmica en viviendas autoconstruidas en el distrito de Chilca*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Continental, 2017. [fecha de consulta: 10 de abril 2020] Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/6924>
34. SENCICO Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú). NTE-E.060, of 06: Concreto Armado: Lima: 2006, 245 pp.
35. Tipología de viviendas. [Blog informativo]. Lima: Chisquipama, M., (4 de mayo de 2017). [Fechas de consulta 12 de mayo del 2020]. Recuperado de: <https://prezi.com/tl2cguz37fyk/tipologia-de-vivienda/>
36. Tipos y niveles de investigación científica. [Blog en línea]. Lima: Rodríguez, F., (17 junio de 2012). [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2020]. Recuperado de:



<https://es.scribd.com/doc/97318021/Tipos-y-Niveles-de-Investigacion-Cientifica>

37. TORRES TOVAR, Carlos. El significado de la informalidad. Revista Bitácora Urbano Territorial [En línea]. 2009, 15 (Julio-diciembre): [Fecha de consulta: 10 de abril del 2020] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74811890001> ISSN: 0124-7913
38. VALDERRAMA, Santiago. Proyecto de investigación científica, pasos para la elaboración. 2.a ed. Biblioteca Nacional del Perú. Editorial San Marcos E. I. R. L, 2013. ISBN:97861230298787
39. VALVERDE ROJAS, Lorenzo. *Riesgo sísmico de las edificaciones autoconstruidas en el distrito de Pueblo Nuevo – Lambayeque en el 2017*, [en línea]. Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil. Universidad Cesar Vallejo, 2017. [fecha de consulta: 24 de mayo 2020] Disponible en: **<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1526?locale-attribute>**
40. Vulnerabilidad Sísmica [Blog de redacción]. Lima: Maza, S., (13 de junio de 2017). [Fecha de consulta: 29 de mayo del 2020]. Recuperado de: <http://edificacionesdecalidad.com/vulnerabilidad-sismica>

## **ANEXOS**



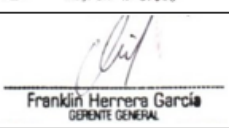
## Anexo 1. Matriz de operacionalización.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
TÍTULO EVALUACIÓN DE RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS	Las viviendas autoconstruidas, explica es la falta de ayuda, asistencia de personal capacitado y apoyo financiero. De esta manera podemos facilitar a las personas este problema que va acrecentándose con el paso del tiempo. Orihuela, (1993).	Para el análisis de viviendas informales se realizaran inspecciones en las viviendas para identificar: Tipología, sistema estructural, ensayos estándares, asimismo se realizara el modelamiento con el software SAP2000.	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	ESTRUCTURAS Y FORMAS SIMÉTRICAS	Modelamiento 3D con el software SAP2000
				MUROS SIN CONFINAR	
				TORSION EN PLANTA	
			CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	SUPERVISION	Fichas de encuesta
				PROCESO CONSTRUCTIVO	
EVALUACION DEL RIESGO SÍSMICO	Menciona que el riesgo sísmico de las viviendas está en razón al peligro sísmico y la vulnerabilidad sísmica. Kuroiwa, (2002).	Se realizaran métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante fichas de encuesta y calicatas, peligro sísmico se evaluará mediante la Norma E-030, ensayos de suelos y topografía del terreno, riesgo sísmico se calculará en función al peligro y la vulnerabilidad.	VULNERABILIDAD SÍSMICA	DENSIDAD DE MUROS	Fichas de reporte
				CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA	
				ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO	
			NIVELES	ALTO	Fichas de reporte
				MEDIO	
				BAJO	
			MEDIDA DE MITIGACIÓN	SUPERVISION TÉCNICA	Fichas de reporte
				RECOMENDACIONES TÉCNICAS	

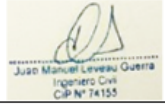

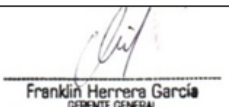
## Anexo 2. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TÍTULO	EVALUACION DE RIESGO SISMICO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.				
RESPONSABLE	Ochoa Rojas Frank Nicolás				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE	PROBLEMAS ESTRUCTURALES	ESTRUCTURAS Y FORMAS SIMÉTRICAS
¿CUÁL ES EL NIVEL DE RIESGO SISMICO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020?	DETERMINAR CUAL ES EL NIVEL DE RIESGO SISMICO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	EL NIVEL DE RIESGO SISMICO ES ALTO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS		MUROS SIN CONFINAR
					TORSIÓN EN PLANTA
				CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	SUPERVISIÓN
					PROCESO CONSTRUCTIVO
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE	VULNERABILIDAD SISMICA	DENSIDAD DE MUROS
¿CUÁL ES EL INDICE DE VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020?	DETERMINAR CUAL ES EL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	EL NIVEL DE VULNERABILIDAD SISMICA ES ALTO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	EVALUACION DEL RIESGO SISMICO		CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA
¿CUÁL ES EL NIVEL DE PELIGRO SISMICO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020?	DETERMINAR SI LA DENSIDAD DE MUROS ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	LA DENSIDAD DE MUROS ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.			ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO
¿CÓMO ES EL COMPORTAMIENTO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020?	DETERMINAR SI LA CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	LA CALIDAD DE MATERIALES Y MANO DE OBRA ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020		RIESGO SÍSMICO	ALTO
					MEDIO
					BAJO
¿CÓMO LA ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020?	DETERMINAR SI LA ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020.	LA ESTABILIDAD DE MUROS AL VOLTEO ES DEFICIENTE EN LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN "AAHH JUAN PABLO II", LOS OLIVOS - 2020			MEDIDAS DE MITIGACIÓN
					RECOMENDACIONES TÉCNICAS

### Anexo 3. Ficha técnica N° 1 (Estabilidad de muros).

FICHA TÉCNICA N° 1								
TESIS		Evaluación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos - 2020.						
AUTOR		Ochoa Rojas Frank Nicolás						
INDICADOR		Estabilidad de muros al volteo						
UBICACIÓN								
DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO								
PISOS CONSTRUIDOS								
MURO	Factores					Momentos		Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	a	t	Mom. Act.	Mom. Rest.	
	adim.	adim.	KN/m2	m	m	KN-m/m	KN-m/m	
M1								
MURO	Factores					Momentos		Resultado Ma : Mr
	C1	m	P	a	t	Mom. Act.	Mom. Rest.	
	adim.	adim.	KN/m2	m	m	KN-m/m	KN-m/m	
M2								
Validación								
Apellidos y nombres				CIP	Firma	Puntaje		
Leveau Guerra, Juan Manuel				74155		0.9		
Tupia Cordova, Carlos Alberto				67848		0.8		
Herrera Garcia, Franklin				84526		0.8		
Promedio							0.8	

## Anexo 4. Ficha técnica N° 2 (Densidad de muros).




FICHA TÉCNICA N° 2									
TESIS		Evaluación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos - 2020.							
AUTOR		Ochoa Rojas Frank Nicolás							
INDICADOR		Densidad de muros							
UBICACIÓN									
DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO									
PISOS CONSTRUIDOS									
Análisis por sismo (ZUCR) VR=Resistencia al corte (KN)									
Factor de suelo S=									
Área Piso 1	Cortante Basal		Área de muros		Ae / Ar	Densidad Ae / Área piso 1	Resistencia VR	VR / V	Resultado
	Peso acum.	V=ZUCSP/R	Existente: Ae	Requerida: Ar					
m2	KN/m2	kN	m2	m2	Adimensional	%	kN	Adimensional	
Análisis en el sentido "X"									
Análisis en el sentido "Y"									
Validación									
Apellidos y nombres					CIP	Firma		Puntaje	
Leveau Guerra, Juan Manuel					74155	 Juan Manuel Leveau Guerra Ingeniero Civil CIP N° 74155		0.9	
Tupia Cordova, Carlos Alberto					67848	 CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 67848		0.8	
Herrera Garcia, Franklin					84526	 Franklin Herrera Garcia GERENTE GENERAL		0.8	
Promedio								0.8	

### Anexo 5. Ficha técnica N° 3 (Vulnerabilidad sísmica).




FICHA N° 3	
TESIS	Evaluación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos - 2020.
AUTOR	Ochoa Rojas Frank Nicolás
INDICADOR	Vulnerabilidad
UBICACIÓN	
DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO	

#### FACTORES INFLUYENTES EN EL RESULTADO (Riesgo = Función (Vulnerabilidad; Peligro)

Vulnerabilidad				
Estructural			No estructural	
Densidad		Mano de obra y materiales		Tabiquería y parapetos
Adecuada		Buena calidad		Todos estables
Aceptable		Regular calidad		Algunos estables
Inadecuada		Mala calidad		Todos inestables
Peligro				
Sismicidad		Suelo		Topografía y pendiente
Baja		Rígido		Plana
Media		Intermedios		Media
Alta		Flexibles		Pronunciada
Calificación				Resultado
Vulnerabilidad	Alta			Riesgo sísmico
Peligro	Medio			




Validación			
Apellidos y nombres	CIP	Firma	Puntaje
Leveau Guerra, Juan Manuel	74155	 Juan Manuel Leveau Guerra Ingeniero Civil CIP N° 74155	0.9
Tupia Cordova, Carlos Alberto	67848	 CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 67848	0.8
Herrera Garcia, Franklin	84526	 Franklin Herrera Garcia GERENTE GENERAL	0.8
Promedio			0.8

## Anexo 6. Ficha técnica N° 4 (Desplazamiento).

FICHA TÉCNICA N° 4			
TESIS		Evaluación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos - 2020.	
AUTOR		Ochoa Rojas Frank Nicolás	
INDICADOR		Desplazamiento	
UBICACIÓN			
DIRECCIÓN TÉCNICA EN EL DISEÑO			
PISOS CONSTRUIDOS			
VIVIENDA	Cortante	Desplazamiento en el sentido "X"	Desplazamiento en el sentido "Y"
	KN	mm	
V1			
VIVIENDA	Cortante	Desplazamiento en el sentido "X"	Desplazamiento en el sentido "Y"
	KN	mm	
V2			
Validación			
Apellidos y nombres		CIP	Firma
Leveau Guerra, Juan Manuel		74155	
Tupia Cordova, Carlos Alberto		67848	
Herrera Garcia, Franklin		84526	
Promedio			0.8



## Anexo 7. Ficha de Encuesta N° 1.

Ficha de encuesta									
TESIS		Evaluación del riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos - 2020.				CROQUIS DE LA VIVIENDA			
AUTOR		Ochoa Rojas Frank Nicolás				IMAGEN			
UBICACIÓN									
TIPO DE VIVIENDA:		CARACTERÍSTICAS:							
Vivienda unifamiliar Vivienda multifamiliar Conjunto residencial Institución		Independiente Dpto. edificio Vecindad Otro							
ADOBE			ALBAÑILERÍA			CONCRETO ARMADO			
Cimentación			Cimentación			Cimentación			
Problemas de suelo			Problemas de suelo			Problemas de suelo			
Estado de conservación:			Estado de conservación:			Estado de conservación:			
Buen estado			Buen estado			Buen estado			
Regular estado			Regular estado			Regular estado			
Mal estado			Mal estado			Mal estado			
Techo (Material):			Techo (Material):			Techo (Material):			
Madera			Madera			Madera			
Caña			Caña			Caña			
Otro			Otro			Otro			
Confinamiento en muros			Confinamiento en muros			Confinamiento en muros			
Existe refuerzo			Existe refuerzo			Existe refuerzo			
No existe refuerzo			No existe refuerzo			No existe refuerzo			
Validación									
Apellidos y nombres					CIP		Firma		Puntaje
Leveau Guerra, Juan Manuel					74155		 Juan Manuel Leveau Guerra Ingeniero Civil CIP N° 74155		0.9
Tupia Cordova, Carlos Alberto					67848		 CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 67848		0.8
Herrera Garcia, Franklin					84526		 Franklin Herrera Garcia GERENTE GENERAL		0.8
Promedio									0.8

# Anexo 8. Ensayos de laboratorio (Calicatas, Ensayo de Límites de Consistencia, Análisis Granulométrico, Perfil Estratigráfico)



## ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS

INFORME : TC-151-LG-453-2020

Página : 1/3

SOLICITANTE : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

Realizado: E.G.I.

DIRECCIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

Revisado : P.T.C.

PROYECTO : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima - 2020

UBICACIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

### Identificación de la

muestra Sondeo :	C-1
Muestra :	M-2
Profundidad (m) :	1.50 -

FECHA RECEPCIÓN : 01/10/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/10/2020

FECHA DE EMISIÓN : 08/10/2020

Norma ASTM D	MALLA	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.00	100.00
	2"	0	70.14
	1 1/2"	50.00	57.27
	1"	0	49.93
	3/4"	0	49.62
	3/8"	25.00	46.38
	Nº 004	0	45.45
	Nº 010	19.00	44.92
	Nº 020	0	43.27
	Nº 040	9.500	14.97
	Nº 060	4.750	5.28
	Nº 100	2.000	2.21
	Nº 200	0.850	1.17

% GRAVA	54.5	Grues	50.3
		a Fina	8
% ARENA	44.2	Grues	4.17
		a	0.54
		Media	29.9
% FINOS	1.17		5

Norma ASTM D 2487

Clasificación (S.U.C.S.)	GP
Descripción :	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA

Norma AASHTO M-145

Clasificación (AASHTO)	A-1-a (1)
	EXC -

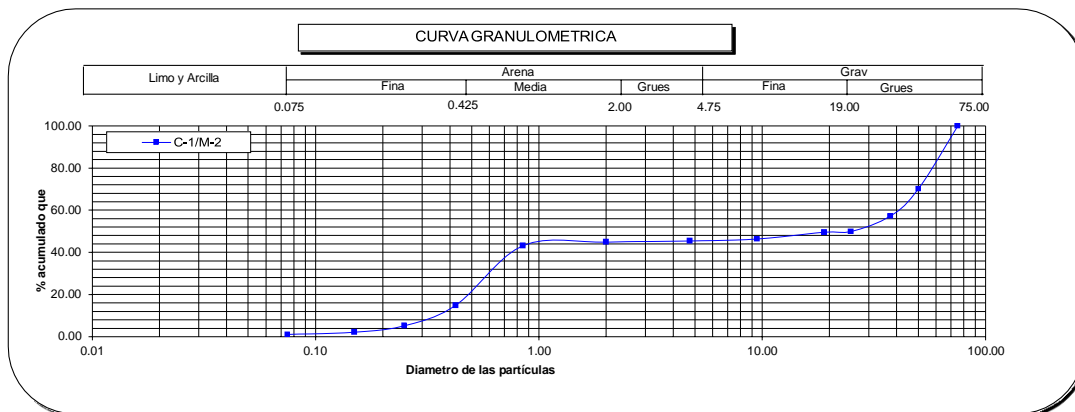
Norma ASTM D 2216

Contenido de	(%)	2
--------------	-----	---

Norma ASTM D 4318, Norma ASTM D 427

Límite Líquido (LL)	-
Límite Plástico (LP)	NP
Límite Contracción (LC)	NP
Índice Plástico (IP)	-

D <sub>10</sub> (mm)	0.34
D <sub>30</sub> (mm)	0.65
D <sub>60</sub> (mm)	40.15
Cu	119.7
Cc	6



### OBSERVACION :

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEC 17025-2006).



**CARLOS ALBERTO TUPIA CORDOVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 67848



ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS

INFORME : TC-151-LG-451-2020

Pagina : 2/3

SOLICITANTE : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

Realizado: E.G.I.

DIRECCIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

Revisado : P.T.C.

PROYECTO : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima- 2020

UBICACIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

Identificación de la

muestra Sondeo :	C-2
Muestra :	M-2
Profundidad (m) :	1.70 -

FECHA RECEPCIÓN : 01/10/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/10/2020

FECHA DE EMISIÓN : 08/10/2020

Norma ASTM D		MALLA	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3 "	75.00	100.00
		2 "	0	81.25
		1 1/2 "	50.00	66.73
		1 "	0	60.35
		3/4"	37.50	52.35
		3/8"	25.00	44.61
		Nº 004	0	40.93
		Nº 010	19.00	38.64
		Nº 020	0	35.62
		Nº 040	9.500	20.54
		Nº 060	4.750	9.43
		Nº 100	2.000	5.17
Nº 200	0.850	3.96		

% GRAVA	59.0	Grues a Fina	47.65
		Grues a	11.43
% ARENA		36.9	Media
% FINOS	3.96		18.1

Norma ASTM D 2487

Clasificación ( S.U.C.S. )	GP
Descripción :	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA

Norma AASHTO M-145

Clasificación ( AASHTO )	A-1-a (1)
	EXC -

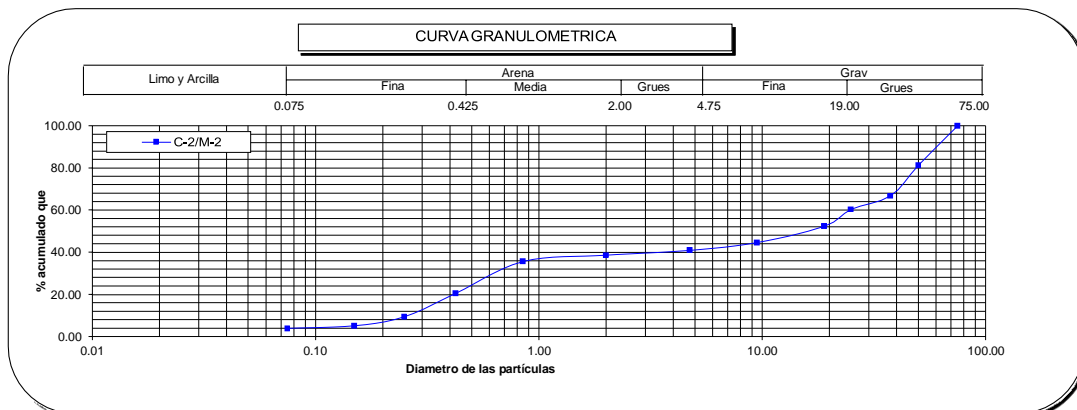
Norma ASTM D 2216

Contenido de	( % )	2
--------------	-------	---

Norma ASTM D 4318, Norma ASTM D 427

Límite Líquido ( LL )	-
Límite Plástico ( LP )	NP
Límite Contracción ( LC )	NP
Índice Plástico ( IP )	-

D <sub>10</sub> ( mm )	0.26
D <sub>30</sub> ( mm )	0.69
D <sub>60</sub> ( mm )	24.7
Cu	4
Cc	95.5



OBSERVACION :

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEC 17025-2006 ).



INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO VALIDO UNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA, NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Lima 25 Telefax : 01-5796223 Celular : 996195307  
998022655 ingenieria@tcinge.com  
www.tcinge.com



### ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS

INFORME : TC-151-LG-452-2020

Pagina : 3/3

SOLICITANTE : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

Realizado: E.G.I.

DIRECCIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

Revisado : P.T.C.

PROYECTO : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima- 2020

UBICACIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

#### Identificación de la

muestra Sondeo :	C-3
Muestra :	M-1
Profundidad (m) :	0.00 -

FECHA RECEPCIÓN : 01/10/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/10/2020

FECHA DE EMISIÓN : 08/10/2020

Norma ASTM D		MALLA	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	75.00	100.00
		2"	0	64.76
		1 1/2"	50.00	54.58
		1"	0	34.79
		3/4"	0	31.92
		3/8"	25.00	28.28
		Nº 004	0	27.11
		Nº 010	19.00	26.47
		Nº 020	0	24.10
		Nº 040	9.500	15.12
		Nº 060	4.750	10.04
		Nº 100	2.000	8.18
		Nº 200	0.850	7.56

% GRAVA	72.8	Grues	68.0
		a Fina	8
% ARENA	19.5	Grues	4.81
		a	0.64
% FINOS	7.56	Media	11.3
			5

Norma ASTM D 2487

Clasificación ( S.U.C.S. )	GP-GM
GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA	

Norma AASHTO M-145

Clasificación ( AASHTO )	A-1-a (1)
	EXC -

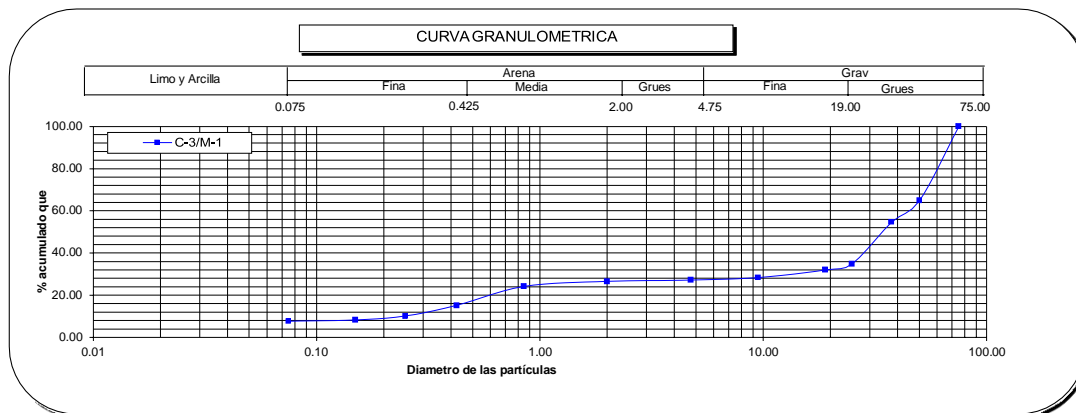
Norma ASTM D 2216

Contenido de	( % )	1
--------------	-------	---

Norma ASTM D 4318, Norma ASTM D 427

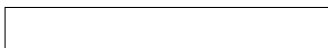
Límite Líquido ( LL )	-
Límite Plástico ( LP )	NP
Límite Contracción ( LC )	NP
Índice Plástico ( IP )	-

D <sub>10</sub> ( mm )	0.25
D <sub>30</sub> ( mm )	14.00
D <sub>60</sub> ( mm )	44.16
Cu	178.3
Cc	1



#### OBSERVACION :

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEC 17025-2006).



INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO VALIDO UNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA, NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

Lima 25 Telefax : 01-5796223 Celular : 996195307  
998022655 ingenieria@tcinge.com  
www.tcinge.com

## TCINGE S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080) CONSOLIDADO DRENADO

INFORME N° : TC-151-LG-177-2020

SOLICITANTE : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

DIRECCIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

PROYECTO : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima- 2020

UBICACIÓN : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

CANtera : ---

CALICATA : C - 1

MUESTRA : M - 2

PROFUNDIDAD (m) : 1.50 - 3.00

CLASIFICACION (S.U.C.S.) : GP

TIPO DE MUESTRA : INALTERADO

CONDICION DE HUMEDAD : NATURAL CON INUNDACION DE CELDA

APLICACIÓN DE LA FUERZA TANGENCIAL : PRUEBA DE ESFUERZO CONTROLADO

FECHA DE RECEPCIÓN: 01/10/2020

FECHA DE ENSAYO : 02/10/2020

FECHA DE EMISIÓN : 08/10/2020

TIPO DE DEFORMACION : DISTORSION PRINCIPALMENTE, CON CIERTA DEFORMACION VOLUMETRICA

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (h)	(cm)	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12
Ancho (φ)	(cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Densidad Total (γ <sub>t</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.60	1.91	1.60	1.90	1.60	1.90
Densidad Seca (γ <sub>d</sub> )	(g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.51	1.54	1.51	1.54	1.50
Humedad (ω)	(%)	3.51	26.48	3.51	26.33	3.51	26.18
Relacion de Vacios (e)		0.72	0.71	0.72	0.71	0.72	0.72
Grado de Saturación (S)	(%)	13.00	86.30	13.00	85.18	13.00	84.06
Velocidad Deformacion Tangencial	(mm/min)		0.62		1.01		0.60
Esfuerzo Normal	(Kg/cm <sup>2</sup> )		0.50		1.00		1.50

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado
0.05	0.15	0.29	0.05	0.15	0.15	0.05	0.15	0.10
0.10	0.18	0.37	0.10	0.18	0.18	0.10	0.18	0.12
0.20	0.20	0.41	0.20	0.21	0.21	0.20	0.21	0.14
0.35	0.22	0.45	0.35	0.27	0.27	0.35	0.32	0.21
0.50	0.25	0.51	0.50	0.33	0.33	0.50	0.40	0.27
0.75	0.29	0.58	0.75	0.38	0.38	0.75	0.48	0.32
1.00	0.30	0.60	1.00	0.42	0.42	1.00	0.55	0.36
1.25	0.32	0.64	1.25	0.46	0.46	1.25	0.59	0.40
1.50	0.34	0.68	1.50	0.48	0.48	1.50	0.62	0.42
1.75	0.35	0.70	1.75	0.51	0.51	1.75	0.67	0.45
2.00	0.37	0.74	2.00	0.53	0.53	2.00	0.69	0.46
2.50	0.38	0.76	2.50	0.56	0.56	2.50	0.75	0.50
3.00	0.40	0.80	3.00	0.59	0.59	3.00	0.78	0.52
3.50	0.41	0.82	3.50	0.61	0.61	3.50	0.82	0.55
4.00	0.43	0.86	4.00	0.64	0.64	4.00	0.85	0.57
4.50	0.44	0.88	4.50	0.66	0.66	4.50	0.88	0.58
5.00	0.45	0.90	5.00	0.67	0.67	5.00	0.90	0.60
6.00	0.46	0.91	6.00	0.70	0.70	6.00	0.94	0.62
7.00	0.46	0.91	7.00	0.71	0.71	7.00	0.95	0.64
8.00	0.46	0.91	8.00	0.72	0.72	8.00	0.98	0.66
9.00	0.46	0.91	9.00	0.73	0.73	9.00	1.00	0.67
10.00	0.47	0.93	10.00	0.75	0.75	10.00	1.02	0.68
11.00	0.47	0.93	11.00	0.76	0.76	11.00	1.04	0.70
12.00	0.47	0.93	12.00	0.76	0.76	12.00	1.06	0.71
13.00	0.46	0.91	13.00	0.76	0.76	13.00	1.06	0.71
14.00	0.46	0.91	14.00	0.76	0.76	14.00	1.06	0.71
15.00	0.45	0.90	15.00	0.75	0.75	15.00	1.05	0.70
16.00	0.43	0.86	16.00	0.74	0.74	16.00	1.05	0.70
17.00	0.42	0.84	17.00	0.74	0.74	17.00	1.05	0.70
18.00	0.42	0.84	18.00	0.74	0.74	18.00	1.05	0.70
19.00			19.00			19.00		

20.00

20.00

20.00

OBSERVACION :

La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante.  
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2006).



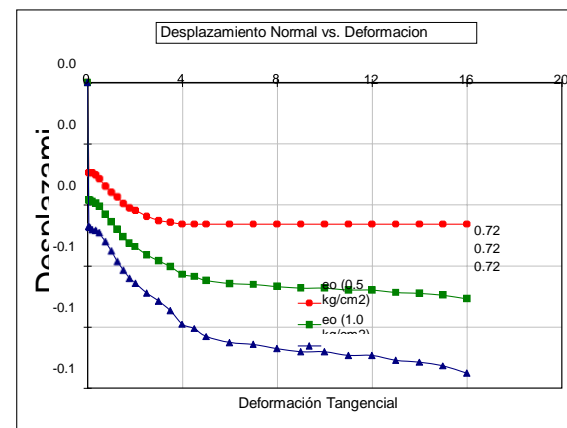
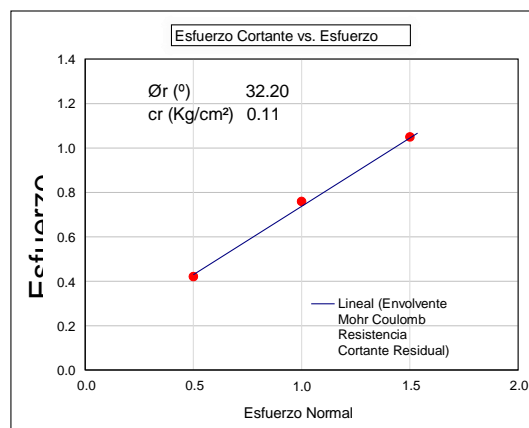
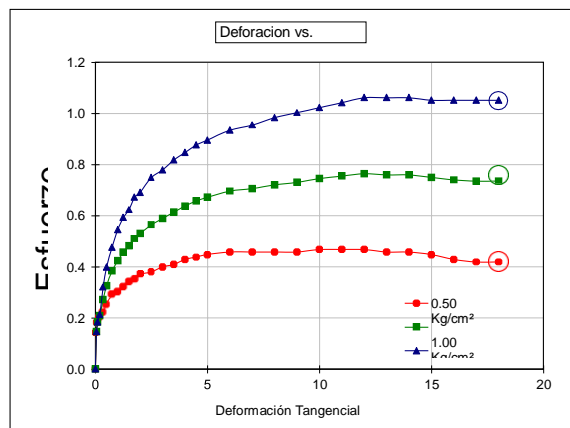
INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO VALIDO UNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA, NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

---

Lima 25 Telefax : 01-5796223 Celular : 986552035 998022655  
ingenieria@tcinge.com  
tcinge\_sac@yahoo.es  
www.tcinge.com

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)  
CONSOLIDADO DRENADO**

INFORME N°	: TC-151-LG-177-2020	CANTERA	: ---	TIPO DE MUESTRA	: INALTERADO
SOLICITANTE	: Ochoa Rojas, Frank Nicolás	CALICATA	:	C - 1	CONDICION DE HUMEDAD NATURAL CON INUNDACION DE CELDA
DIRECCIÓN	: "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima	MUESTRA	: M - 2	APLICACIÓN DE LA FUERZA TANGENCIAL	PRUEBA DE ESFUERZO CONTROLADO
PROYECTO	: Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima- 2020	PROFUNDIDAD	: 1.50 - 3.00	TIPO DE DEFORMACION	DISTORSION PRINCIPALMENTE, CON CIERTA DEFORMACION VOLUMETRICA
UBICACIÓN	: "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima	CLASIFICACION SUCS	: GP		
FECHA DE RECEPCIÓN	: 01/10/2020	FECHA DE ENSAYO	: 02/10/2020	FECHA DE EMISION	: 08/10/2020



## REGISTRO DE EXCAVACIONES

**PROYECTO** : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima– 2020

**SOLICITANTE** : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

**UBICACIÓN** : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

**FECHA** : OCTUBRE 2020

**CALICATA:** C - 1

**Profundidad :** 3.00 m.

**N.F. :** No se encontró

Profundidad (m)	Tipo Excavación	Muestra	DESCRIPCION		Clasificación SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M1	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA		GP-GM
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					
1.50					
1.60					
1.80					
2.00					
2.20					
2.40	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA		GP
2.60					
2.80					
3.00					



## REGISTRO DE EXCAVACIONES

**PROYECTO** : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima– 2020

**SOLICITANTE** : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

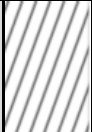
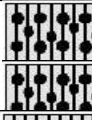
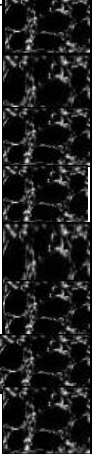
**UBICACIÓN** : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

**FECHA** : OCTUBRE 2020

**CALICATA:** C - 2

**Profundidad :** 3.00 m.

**N.F. :** No se encontró

Profundidad (m)	Tipo Excavación	Muestra	DESCRIPCION		Clasificación SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M1	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA		GP-GM
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					
1.60					
1.70					
1.80					
2.00					
2.20					
2.40		M2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA		GP
2.60					
2.80					
3.00					

## REGISTRO DE EXCAVACIONES

**PROYECTO** : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima– 2020

**SOLICITANTE** : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

**UBICACIÓN** : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

**FECHA** : OCTUBRE 2020

**CALICATA:** C - 3

**Profundidad :** 3.00 m.

**N.F. :** No se encontró

Profundidad (m)	Tipo Excavación	Muestra	DESCRIPCION		Clasificación SUCS
0.20	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	M1	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO Y ARENA		GP-GM
0.40					
0.60					
0.80					
1.00					
1.20					
1.40					
1.60		M2	GRAVA MAL GRADUADA CON ARENA		GP
1.80					
2.00					
2.20					
2.40					
2.60					
2.80					
3.00					

**ENSAYO PARA LA DETERMINACION DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS  
(ASTM D-516, NTP 339, 178)**

**INFORME** : TC-151-LG-162-2020

**PAGINA** : 1/1

**SOLICITANTE** : Ochoa Rojas, Frank Nicolás

**REALIZADO** E.G.I.

**DIRECCION** : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

**REVISADO** P.T.C.

**PROYECTO** : Evaluación de riesgo sísmico de viviendas autoconstruidas "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima – 2020

**UBICACION** : "AAHH Juan Pablo II", Los Olivos, Lima

**CALICATA** : C - 1

**FECHA RECEPCIÓN** : 01/10/2020

**MUESTRA** : M - 2

**FECHA DE ENSAYO** : 02/10/2020

**PROFUNDIDAD (msnm)** : 1.50 - 3.00

**FECHA DE EMISIÓN** : 08/10/2020

DESCRIPCION		MEDIDAS Y RESULTADOS	
Gramos de muestra de suelo	(g)	50	
Mililitros de agua para dilución	(ml)	150	
Mililitros de alícuota tomada	(ml)	30	
Gramos de suelo diluido en alícuota	(g)	10	
W Crisol	(g)	18.6542	
W Crisol + Muestra	(g)	18.6658	
<b>Total Sulfatos</b>	<b>(ppm)</b>	<b>477</b>	

ml: Mililitros

g: Gramos

W: Peso

ppm: Partes por millón

**OBSERVACIONES :**

La muestra fue tomada en campo

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEC 17025-2006 ).



  
**CARLOS ALBERTO TUJA CORDOVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 67848

INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO VALIDO UNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA, NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD

---

Lima 25 Telefax : 01-5796223 Celular : 996195307 998022655  
ingenieria@tcinge.com  
www.tcinge.com